

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA ESTRUCTURA DE SEGREGACIÓN DE  
TAREAS Y LA BITÁCORA DE INGEMAX ERP**

**SANTIAGO TOBON MONGUI**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN  
TUNJA  
2018**

APLICACIÓN MÓVIL PARA LA ESTRUCTURA DE SEGREGACIÓN DE TAREAS  
Y LA BITÁCORA DE INGEMAX ERP

SANTIAGO TOBON MONGUI

TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO DE  
SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

DIRECTOR:

ANDREA CATHERINE ALARCÓN ALDANA

Ingeniera de Sistemas y Computación

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

TUNJA

2018

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Tunja, 28 de agosto de 2018

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres que me han formado como persona integral y han acompañado mi proceso como estudiante de ingeniería de sistemas y computación, apoyándome incondicionalmente. A mis hermanos y demás familiares que han estado presentes en este proceso de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que me apoyaron en el transcurso de la carrera de Ingeniería de sistemas y computación, especialmente a la ingeniera ANDREA CATHERINE ALARCÓN ALDANA que con su ayuda y conocimientos fue posible realizar este proyecto

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	12
1.4 OBJETIVO GENERAL .....	13
1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	13
2. MARCO REFERENCIAL.....	15
2.1 MARCO EMPRESARIAL.....	15
2.1.1 IngeMAX MAFP (Modelo de Análisis Financiero de Proyectos) .....	15
2.1.2 IngeMAX ERP .....	15
2.2 MARCO TEORICO.....	16
2.2.1 Proceso General de los Proyectos de Construcción.....	16
2.2.2 Características del Software para la Gestión de Proyectos de Construcción.....	18
2.2.3 Desarrollo de Software Enfocado a las Aplicaciones Móviles.....	20
2.3.1 Bitácora.....	25
2.3.2 Estructura de Segregación de Tareas (EDT) .....	25
2.3.3 Python.....	26
2.3.4 Django.....	26
2.3.5 Android.....	27
2.3.6 Software de Planificación de Recursos Empresariales (ERP). .....	28
2.3.7 Middleware.....	30
2.3.8 HTTP.....	30
2.3.9 CSRF Token: .....	34
2.3.10 API REST:.....	34
2.3.11 JSON: .....	35
2.4 MARCO TECNOLÓGICO.....	36
2.4.1 IngeMAX ERP .....	36
2.5 ESTADO DEL ARTE .....	47
3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	51
3.1 HERRAMIENTAS.....	51
3.2 ITERACIONES.....	52
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	54
4.1. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA. ....	54
4.1.1 Requisitos .....	54
4.1.2 Comunicación IngeMAX ERP y App Móvil.....	56
4.1.3 Administración de Sesiones de Usuario.....	58

4.1.4 Arquitectura.....	61
4.2 GENERALIDADES APLICACIÓN MÓVIL: .....	63
4.2.1 Inicio de sesión: .....	63
4.2.2 Navegación Dentro de la Aplicación Móvil .....	65
4.3 DESARROLLO MÓDULO BITÁCORA .....	66
4.3 DESARROLLO MODULO ESTRUCTURA DE SEGREGACIÓN DE TAREAS (EDT) .....	75
4.5 NOTIFICACIONES PUSH .....	85
4.6 VALIDACIÓN DE LOS MÓDULOS .....	89
4.6.1 Pruebas Segunda Iteración.....	89
4.6.2 Pruebas Tercera iteración.....	90
4.6.3 Pruebas Cuarta Iteración. ....	91
4.6.4 Pruebas Quinta Iteración. ....	92
4.7 ENTREGA INGEMAX APP.....	93
 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	 94
REFERENCIAS .....	96

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clientes GERPRO. ....	16
Figura 2. Ciclo de desarrollo Mobile D. ....	22
Figura 3. Ciclo de desarrollo Hybrid Methodology Design.. ....	23
Figura 4. Capas de Android .....	28
Figura 5. Login de Usuarios IngeMAX ERP.....	36
Figura 6. Dashboard IngeMAX ERP. ....	37
Figura 7. Módulo EDT.....	38
Figura 8. Ver Actividad.....	39
Figura 9. Línea de tiempo Mis Actividades .....	40
Figura 10. Módulos por Proyecto .....	41
Figura 11. Sub-Módulos Gerencia. ....	42
Figura 12. Módulo de la Bitácora .....	43
Figura 13. Ver Bitácora del Día.....	44
Figura 14. Registrar Actividades Ejecutadas. ....	45
Figura 15. Registro Observaciones Adicionales. ....	45
Figura 16. Módulo de presupuesto y control. ....	46
Figura 17. Modulo comercial.....	47
Figura 18. CIO ERP... ..	48
Figura 19. Informes Wrike.....	49
Figura 20. Administrador de tareas Asana.....	50
Figura 21. Comunicación entre Herramientas .....	56
Figura 22. Alternativa arquitectura .....	57
Figura 23. Estructura Petición.....	58
Figura 24. Django SesionMiddleware .....	59
Figura 25. CsrfToken Middleware .....	60
Figura 26. Código CsrfViewMiddleware .....	60
Figura 27. Diagrama de Despliegue .....	62
Figura 28. Icono App y pantalla de inicio de sesión .....	64
Figura 29. Diagrama de proceso inicio de sesión en IngeMAX App. ....	65
Figura 30. Proyectos y Menú .....	66
Figura 31. Proceso Consultar Bitácora .....	67
Figura 32. Proyectos y Bitácora Móvil.....	68
Figura 33. Calendario Bitácora .....	69
Figura 34. Ver Bitácora y Bitácora Extendida. ....	70
Figura 35. Proceso Registrar Bitácora .....	71
Figura 36. Tipos de registros .....	72
Figura 37. Proceso Registrar actividad .....	73
Figura 38. Actividades Ejecutadas y Registro Fotográfico.....	74
Figura 39. Proceso Registrar Observaciones .....	74
Figura 40. Registro observaciones .....	75
Figura 41. Menú Lateral IngeMAX App.....	77
Figura 42. Proceso Consultar Tareas .....	77



Figura 43. Mis actividades .....	78
Figura 44. Proceso Consultar Avances.....	79
Figura 45. Menú Mis Actividades.....	79
Figura 46. Ver Actividad.....	80
Figura 47. Proceso Registrar Avance .....	81
Figura 48. Menú Actividades Creadas.....	81
Figura 49. Proceso Editar Actividad.....	82
Figura 50. Editar Actividad.....	82
Figura 51. Terminar Actividad .....	83
Figura 52. Filtros Actividades.....	84
Figura 53. Proceso Registrar Token Dispositivo .....	85
Figura 54. Envío Notificaciones Push .....	86
Figura 55. Notificaciones Push .....	87
Figura 56. Evento notificación.....	88

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estructura URL .....	31
Tabla 2. Métodos de Acceso.....	32
Tabla 3. Estructura Petición .....	33
Tabla 4. Estructura Respuesta HTTP.. .....	34
Tabla 5. Herramientas para el desarrollo del proyecto .....	51
Tabla 6. Iteraciones. ....	52
Tabla 7. Cronograma de Iteraciones.....	53
Tabla 8. Requisitos del sistema .....	54
Tabla 9. Iconos Registros Bitácora .....	71
Tabla 10. Estados Actividades.....	76
Tabla 11. Pruebas Segunda Iteración.....	89
Tabla 12. Pruebas Tercera Iteración.....	90
Tabla 13. Pruebas Cuarta Iteración .....	91
Tabla 14. Pruebas Finales .....	92

## **1. INTRODUCCION**

Gerpro es una empresa dedicada al desarrollo de software para el área de la construcción, cuenta con un sistema de información llamado IngeMAX ERP, ofrecido como un servicio a pequeñas y grandes constructoras.

En la actualidad, “Las organizaciones dependen cada vez más del uso inteligente de la información y de las tecnologías de la información para ser más competitivas” [1], en este contexto, IngeMAX ERP permite a las organizaciones, estructurar su información utilizando aplicaciones Web, por lo que es necesario utilizar los computadores personales o de escritorio para poder registrar y consultar la información referente a diferentes procesos en el ámbito de la construcción. Los encargados de las obras civiles no siempre tienen un computador al alcance, entonces, deben emplear tiempo adicional para gestionar la información necesaria para el avance de las obras y en el área de la construcción la competencia cada vez es más fuerte y por eso reducir el tiempo de los procesos de la administración de la información se convierte en una poderosa herramienta para las empresas.

Gracias a las tecnologías móviles, los usuarios del sistema pueden acelerar este proceso; para minimizar los tiempos de registro y consulta de datos, nace la idea de desarrollar una aplicación móvil que permita integrar algunos de los módulos ofrecidos por el sistema de información actual para el desarrollo de los proyectos de construcción, entregando así un producto que permita tener una interacción en tiempo real entre los usuarios.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

IngeMAX ERP es un sistema que se encarga de administrar los procesos generales de las constructoras, entre éstos, el registro de bitácora y la estructura de segregación de tareas (EDT), que conciernen al área gerencial y operativa de las empresas.

En el módulo de Bitácora, los empleados encargados de la obra civil realizan un registro diario compuesto por fotos y una descripción de las actividades ejecutadas y observaciones necesarias. En éste módulo, actualmente los usuarios utilizan sus dispositivos móviles para capturar fotos, y descargarlas al final de la jornada a un computador con acceso a internet y hacer el registro de información al sistema, proceso que requiere invertir tiempo adicional a la jornada laboral.

En el módulo EDT, los empleados del área gerencial estructuran la metodología de trabajo por medio de tareas, las cuales deben ser realizadas en un periodo de tiempo por un trabajador específico; al realizar la asignación de las actividades, los usuarios responsables son notificados por medio del sistema IngeMAX ERP. Este módulo permite llevar un seguimiento sobre el estado de las tareas que pueden estar: terminadas, atrasadas o en proceso. Cuando una tarea es asignada a un usuario en el módulo EDT y el usuario no está conectado a IngeMAX ERP, no tendrá acceso a la notificación en tiempo real, motivo por el cual, otras tareas pueden verse afectadas.

Lo anterior conlleva a pérdida de información, de tiempo y retraso en el avance de las obras civiles, aspectos que si no se controlan adecuadamente desencadenarían en un desajuste al presupuesto inicial, traducido en más dinero y tiempo del calculado en el análisis de factibilidad y viabilidad del proyecto.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN.**

Los dispositivos móviles han revolucionado la forma en la que las personas pueden interactuar de manera inmediata con el mundo que los rodea, esto incluye gustos personales, diversión y trabajo. Las ventajas de poder acceder a la información con tan solo oprimir un botón son innumerables. En el mundo actual es cada vez más importante minimizar los tiempos de los procesos operativos en las organizaciones y gracias a las tecnologías emergentes es más sencillo automatizar por medio de software todas aquellas tareas repetitivas dentro de las organizaciones.

Para disminuir los tiempos de la gestión de la información en las constructoras que hacen uso del sistema IngeMAX ERP, es necesario idear una herramienta que facilite a los usuarios interactuar de manera eficaz con IngeMAX ERP, para ello se propone el desarrollo de una aplicación móvil que permita el registro y consulta de datos desde un Smartphone por medio de una App, en la cual, las personas encargadas de las obras civiles puedan almacenar fotos y realizar comentarios de las actividades en el módulo de la Bitácora, adicionalmente, se podrá llevar un control de las tareas asignadas en los proyectos de construcción. Cada usuario podrá registrar avances, subir documentos y recibir notificaciones a sus dispositivos móviles en tiempo real.

Por consiguiente, esta aplicación móvil mejorará los procesos internos de cada compañía, además permitirá acceder a IngeMAX ERP, desde cualquier lugar geográfico de forma rápida y sencilla, solo teniendo a la mano un celular con acceso a internet.

#### **1.4 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir con la optimización de la interacción de los usuarios finales del sistema IngeMAX ERP, en la empresa GERPRO, para la gestión de información de los módulos Bitácora y de estructura de segregación de tareas (EDT) por medio de una aplicación móvil.

#### **1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Diseñar la arquitectura, que permita la comunicación entre los dispositivos móviles y la aplicación IngeMAX ERP, teniendo en cuenta el manejo de sesiones del Framework Django.
- Desarrollar el módulo móvil de Bitácora, que permita a los usuarios la gestión de información de las obras civiles.

- Implementar el módulo móvil de estructura de segregación de tareas, que permita la organización, calendarización y seguimiento de actividades en los proyectos civiles
- Establecer un sistema de notificaciones push que permita a los trabajadores de las constructoras, tener una interacción en tiempo real con el Sistema de información.
- Validar la funcionalidad de los módulos desarrollados, y su interacción con el sistema IngeMAX ERP.

## **1.6 ALCANCE Y LIMITACIONES**

En este proyecto se presenta el desarrollo de una aplicación móvil que permita manejar los procesos de las Empresas constructoras, como el registro de las bitácoras de obra y la gestión de las actividades de forma eficiente para los usuarios de sistema IngeMAX ERP.

La aplicación móvil ofrece la posibilidad a los usuarios de realizar los registros fotográficos de forma inmediata, verificar y comentar información previamente almacenada dentro de la bitácora. Además, proporciona a los beneficiarios el control de las tareas asignadas dentro de la compañía en el módulo EDT, en tiempo real, por medio de notificaciones a sus dispositivos móviles.

El producto final, solo cuenta con dos de los módulos de IngeMAX ERP, además, utiliza, las tecnologías en las cuales ya ha sido implementado con éxito el sistema web.

IngeMAX App, está limitada a los recursos de los dispositivos móviles en donde se encuentra instalada.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

En los aspectos teóricos para el desarrollo de este proyecto incluyen conceptos relacionados con procesos de construcción, gerencia de proyectos y desarrollo de software los cuales se explicaran a continuación.

### **2.1 MARCO EMPRESARIAL**

**GERPRO**, es una empresa dedicada al desarrollo y comercialización de soluciones tecnológicas enfocadas al sector de la construcción, inmobiliario y promotor de proyectos constructivos, está compuesta por un equipo interdisciplinario, especialistas en diferentes profesiones tales como: Economía y finanzas, Mercadeo, Ingeniería, Gestión de Proyectos e Ingeniería de Sistemas. Algunos de sus servicios son: evaluación de oportunidades, Soluciones y de estructuración de proyectos [2], además, cuenta con dos soluciones informáticas que acompañan en diferentes etapas a los proyectos de construcción de obras civiles.

#### **2.1.1 IngeMAX MAFP (Modelo de Análisis Financiero de Proyectos)**

Es un sistema web que permite a las Constructoras inmobiliarias hacer un estudio de pre factibilidad y Factibilidad de los proyectos con múltiples escenarios, permitiendo alimentarlas en el tiempo, con los acontecimientos que suceden diariamente en las obras y proyectando el futuro con base en los datos reales otorgando a las compañías una poderosa solución para para el seguimiento y control financiero de proyectos.

#### **2.1.2 IngeMAX ERP**

Es el control de proyectos basado en Lean Construcción Planning y las buenas prácticas de PMBook, que integra las áreas de Presupuesto, Control, Gerencia y comercialización de las compañías constructoras y promotoras inmobiliarias. Es completamente web y está desarrollado en tecnologías que permiten mayor versatilidad y portabilidad. Integra los principales involucrados dentro de los proyectos y mantiene la información disponible y actualizada, es una plataforma

robusta que facilita ver el estado de los proyectos para ayudar en la toma de decisiones.

Algunas compañías que usan los productos ofrecidos por **GERPRO** [2], se presentan en la figura 1:



*Figura 1. Clientes GERPRO. Tomado de [2]*

## 2.2 MARCO TEORICO

### 2.2.1 Proceso General de los Proyectos de Construcción

Un proyecto de construcción se divide en varias fases [3], cada una de ellas cuenta con diferentes aspectos que se deben ser controlados y que son ejecutados por diferentes áreas de las compañías constructoras.

Todo proyecto empieza como una idea (hay un capital para invertir ¿En qué se debe invertir?), una vez esta idea es materializada, pasa por los procesos de pre factibilidad y factibilidad, en los cuales, se estudia la forma en la que se va a invertir el capital y basados en proyecciones se calculan diferentes variables para que el proyecto de las ganancias deseadas por los ejecutores.



Con las cifras claras del proyecto, empieza la fase de diseño de los planos basados en los costos obtenidos en las factibilidades. Luego está la fase inicial de ventas y creación de presupuesto, las constructoras comercializan el proyecto, recaudan dinero para poder empezar la obra. Paralelo a esto, se crea el presupuesto inicial con los costos aproximados del proyecto. Con el capital recaudado de las ventas y apoyados en los créditos constructores y recursos propios, empieza el proceso de construcción de la obra civil, en esta fase se hace todo el control y ejecución del presupuesto, el cual depende de cómo evoluciona la obra, es por esta razón que es de vital importancia hacer un seguimiento riguroso de todos los acontecimientos que puedan llegar a presentarse, además del avance diario de la obra, ya que de estos factores dependen los costos de la obra. Para poder llevar un control diario de las Obras, las compañías utilizan **la Bitácora de Obra**, en la cual el personal encargado de la construcción, describe todo lo sucedió en la obra. Paralelo al proceso constructivo, se hacen ajustes al presupuesto inicial, basados en los costos reales de la ejecución de la obra.

Posteriormente viene la fase de las entregas y las post-ventas, en la cual los inmuebles son entregados y escriturados a los compradores. Cada inmueble tiene una garantía por parte de la constructora, si alguna falla se presenta se crea una post-venta, la cual tiene un trámite dependiendo de la naturaleza de la falla [3]. En este punto la Bitácora les sirve a las compañías para hacer un control y seguimiento de los motivos por los cuales a falla pudiese presentarse, la Bitácora de obra es útil para los constructores mucho tiempo después de haber terminado la obra.

En cada una de estas fases, surgen diferentes tareas o actividades que no necesariamente tienen que ver con la construcción de la obra Civil, es en ese instante donde se recurre a **la estructura de segregación de Tareas (EDT)**, La cual convierte estas tareas en entregables del proyecto con fechas límites y personas a cargo, Del cumplimiento de las actividades pueden depender muchos factores que hacen más eficiente el proceso constructivo es por esta razón que se

desea controlar y administrar estos entregables para disminuir posibles atrasos en el proyecto.

### **2.2.2 Características del Software para la Gestión de Proyectos de Construcción**

Como se mencionó anteriormente, los proyectos de construcción tienen diferentes fases, y es importante tener una herramienta que permita tener el control de lo que pasa en el proyecto. Las tecnologías actuales permiten a las Empresas constructoras escoger entre una determinada cantidad de herramientas que les faciliten llevar el control de las obras civiles, las características que deben cumplir estas soluciones incluyen beneficios a las compañías, entre estas actualizaciones, confidencialidad de la información, capacitaciones y soporte, además de aquellas características enmarcadas en [4]:

- Conectar los equipos en la obra con la oficina
- Conectar los equipos en la obra con la oficina
- Mejorar la satisfacción y la relación con los clientes
- Generar informes de seguimiento de las obras
- Crear y gestionar las listas de las tareas pendientes
- Gestionar los costes del proyecto
- Gestionar el cronograma del proyecto y comunicar las tareas entre el equipo.

Adicionalmente, el sistema de control garantiza que el trabajo se lleve de forma eficiente y debe estar disponible todo el tiempo para el equipo de trabajo, cualquier software para la gestión de proyectos, debe permitir administrar algunos procesos básicos para el éxito de estos [5].

- **Planificación:** permite tener una visión en conjunto, permite delegar tareas, con el fin de que cada persona conozca cuál es su trabajo dentro del proyecto.
- **Cooperación y Comunicación:** El equipo debe estar organizado, muchas de las tareas dependen de otras personas, por eso es necesario que exista dentro de las herramientas, comunicación fluida y en tiempo real.
- **Medir y Analizar:** Para que los proyectos tengan éxito, se debe estar informado de lo que está sucediendo en el momento exacto, para poder tomar decisiones correctas en caso de problemas que puedan surgir.

Como se mencionó anteriormente, El mercado actual ofrece muchas herramientas para la gestión de proyectos, para poder escoger cual es la mejor para cada compañía, se puede resaltar los siguientes aspectos que deben cumplir la herramienta basados en la situación específica de cada empresa, estos factores, ayudan a las Empresas a establecer que sistema de información cumple con los requisitos necesarios y ayudan a minimizar el error en la toma de decisiones [6]:

- **Funcionalidad:** ¿Es posible acoplar la herramienta a los procesos internos de la organización?
- **Costo:** En algunos casos, este es el indicador más importante para tomar la decisión correcta, ¿El costo de la herramienta es el adecuado para la compañía?
- **Curva de aprendizaje:** ¿Cuánto tiempo va a tardar el equipo en dominar la herramienta?

### **2.2.3 Desarrollo de Software Enfocado a las Aplicaciones Móviles.**

En los últimos años el mercado de las aplicaciones móviles ha crecido, y así mismo las tecnologías móviles evolucionan rápidamente para brindar rendimiento a los usuarios y cada vez es más necesario el uso de los dispositivos móviles para las tareas cotidianas [7], lo que ha conllevado a que el desarrollo de aplicaciones móviles es cada vez más grande y se han desarrollado metodologías de desarrollo específicas para este tipo de proyectos.

Para el desarrollo de software de plataformas móviles hay que tener en cuenta los siguientes aspectos: un alto nivel de competitividad, corto tiempo de entrega, movilidad, portabilidad, capacidades específicas y constantemente cambiantes de las terminales, sistemas operativos diferentes e incompatibles [8].

Abrahamsson [9], también muestra una serie de lineamientos para el desarrollo de aplicaciones móviles:

- El software es liberado en un ambiente incierto y dinámico con un alto nivel de competencia.
- Los equipos que desarrollan aplicaciones móviles son generalmente pequeñas y medianas empresas.
- Las aplicaciones en sí son de pequeño tamaño.
- Se entregan en versiones rápidas con el fin de satisfacer las demandas del mercado
- Se dirigen a un gran número de usuarios finales.

Con el paso del tiempo han surgido diferentes metodologías de desarrollo en proyectos de aplicaciones móviles basados en las características y lineamientos previamente mencionados.

#### **2.2.3.1 Mobile-D**

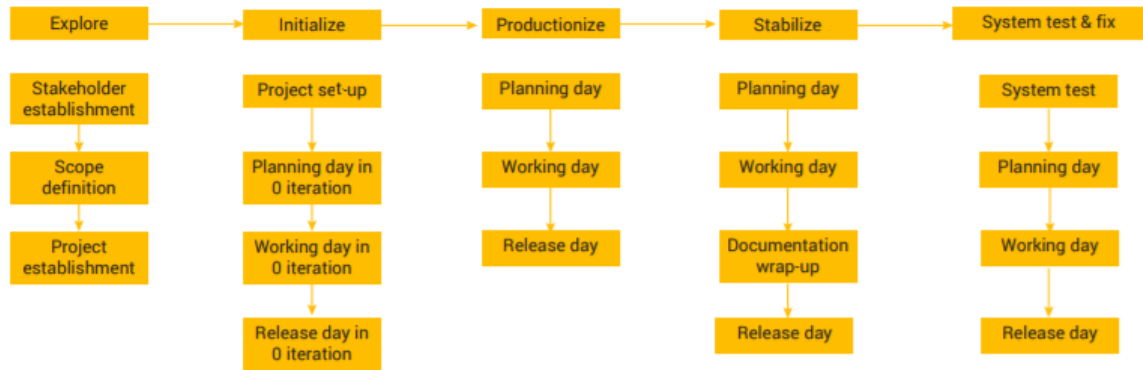
Es una metodología de desarrollo ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles, además, es adecuada para diversos proyectos por ejemplo seguridad, finanzas, y aplicaciones de simulación de productos [10].

Esta basada en Rational Unified Process, Extreme Programming y Crystal Methodologies, su finalidad es intentar obtener pequeños ciclos de desarrollo de forma rápida en dispositivos pequeños.

Mobile-D consta de cinco fases [11], ver Figura 2:

- 1. Exploración:** Se divide en tres etapas: establecimiento actores, definición del alcance y el establecimiento de proyectos. El equipo de desarrollo genera un plan y establece las características del proyecto. Las tareas asociadas a esta fase incluyen el establecimiento de los clientes que toman parte activa en el proceso de desarrollo, la planificación inicial del proyecto, los requisitos y el establecimiento de procesos
- 2. Iniciación:** Se divide en cuatro etapas: la puesta en marcha del proyecto, la planificación inicial, el día de prueba y día de salida. Los desarrolladores preparan e identifican todos los recursos necesarios. Se preparan los planes para las siguientes fases y se establece el entorno técnico.
- 3. Producción:** Se repite la programación de tres días (planificación, trabajo, liberación) se repite iterativamente hasta implementar todas las funcionalidades.
- 4. Estabilización:** Los desarrolladores realizarán tareas similares a las que debían desplegar en la fase de “producción”, aunque en este caso todo el esfuerzo se dirige a la integración del sistema
- 5. Prueba y Reparación del sistema:** tiene como meta la disponibilidad de una versión estable y plenamente funcional del sistema. El producto

terminado e integrado se prueba con los requisitos de cliente y se eliminan todos los defectos encontrados.



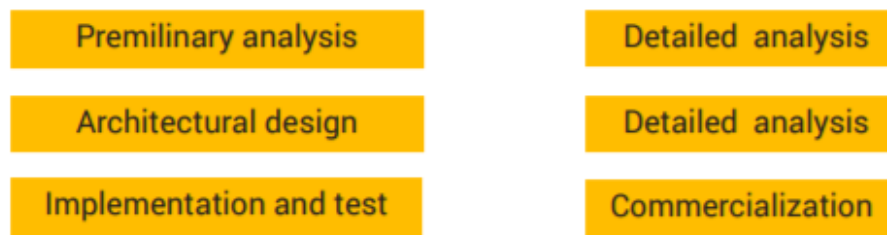
**Figura 2. Ciclo de desarrollo Mobile D. Tomado de [11]**

### 2.2.3.2 Hybrid Methodology Design

Metodología de desarrollo ágil que utiliza el modelo iterativo incremental para el proceso de desarrollo, lo que permite al equipo lograr una entrega rápida del producto

Algunas de las características [12] de las metodologías ágiles que se destacan para el desarrollo de aplicaciones móviles son, como se muestra en la Figura 3:

- Desarrollo basado en pruebas.
- Participación continua del cliente.
- Establecimiento de prioridades en los requisitos.
- Comunicación efectiva.
- Calidad garantizada.
- Desarrolladores expertos.
- Revisión de todo el proceso y sesiones de aprendizaje.
- Proceso de adaptación.



**Figura 3. Ciclo de desarrollo Hybrid Methodology Design. Tomado de [11].**

### **2.2.3.3 Mobile Development Process Spiral:**

Para el desarrollo de este proyecto se ha elegido la metodología de desarrollo Mobile Development Process Spiral, debido a que brinda las condiciones propicias para las necesidades del sistema, facilita el desarrollo rápido, pensando en la experiencia del usuario y la posibilidad de ejecutar las pruebas a lo largo de las iteraciones establecidas. Esta metodología se basa en el modelo de desarrollo en espiral [13], el cual incorpora procesos de evaluación de la usabilidad, priorizando la participación del usuario en todos los procesos para de garantizar un diseño centrado en el usuario. El proceso permite a los desarrolladores, detallar los criterios de usabilidad de la aplicación, iniciando por identificación de los usuarios, las tareas y los contextos en los que se utilizará la aplicación móvil, posteriormente se da prioridad a los atributos de usabilidad, y a la identificación de los atributos más importantes para la aplicación. El proceso de desarrollo de aplicaciones móviles en espiral contempla cinco iteraciones, con tres tareas (determinación de requisitos, diseño y prueba). Cada iteración finaliza con la planificación de la siguiente, teniendo en cuenta las principales actividades, mencionadas a continuación [13].

- En la primera iteración se determinan los requisitos del sistema y se identifican usuarios, tareas y contextos en los que se utilizará la aplicación, posteriormente se definen y priorizan los atributos de facilidad, se dibuja un prototipo de la interfaz de aplicación y se realiza la prueba del prototipo.

- En la segunda iteración el equipo de desarrollo recogerá más datos y requisitos, los atributos de usabilidad se redefinen y son priorizados, se realiza un prototipo de alta fidelidad de la interfaz y se realizan las pruebas,
- En la tercera iteración se desarrolla el diseño de todo el sistema y se realiza la versión alfa con sus respectivas pruebas, el equipo de desarrollo compara los resultados con la calificación de la iteración anterior,
- En la cuarta iteración se desarrolla la versión beta y se libera para su evaluación por parte del cliente,
- En la quinta iteración se desarrolla el producto final una alteración en el producto final se realiza sobre la base de los resultados y se libera al producto.

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL**

Para el desarrollo de la aplicación, es necesario entender los principales conceptos involucrados en los procesos que llevan a cabo las compañías constructoras en la ejecución de las obras civiles, los cuales son gestionados por el sistema de información IngeMAX ERP y puntualizar cuales de estos serán manejados por la aplicación móvil.

En la ejecución de una obra civil inmobiliaria existen varios procesos: la construcción y los costos de la obra, la venta de los inmuebles, las post ventas de los inmuebles, entre otros. Para sistematizar el control de estos procesos, existe el sistema de información web llamado IngeMAX ERP que ofrece a las compañías constructoras una serie de módulos orientados a cada uno de los procesos mencionados anteriormente. Para este proyecto se trataran los módulos de la bitácora y el EDT.

En el desarrollo de un proyecto, se lleva control de los avances diarios en la construcción de la obra, cuyo registro se conoce como la bitácora de trabajo. Dentro de los productos desarrollados por la empresa GERPRO a bitácora es el



módulo de IngeMAX ERP que acompaña esta fase de los proyectos, y consiste básicamente en hacer un registro compuesto por fotos y descripciones de lo que ha ocurrido en el día de trabajo, permitiendo llevar el control en la obra civil que está en ejecución.

Además de la edificación de la obra, los proyectos originan tareas independientes de la construcción, las cuales están asignadas al personal de las compañías con tiempo establecido; el retraso en estas tareas puede afectar el desarrollo del proyecto. Para tener un control de estas tareas IngeMAX ERP ofrece el módulo de EDT en el cual se pueden administrar las actividades.

### **2.3.1 Bitácora**

Es el instrumento legal mediante el cual se deja constancia de lo sucedido en la obra día a día. Es un medio tanto de comunicación como de mando que el supervisor debe utilizar de manera correcta y sistemática durante todo el desarrollo de la obra. Cuando una disputa trasciende al ámbito de los tribunales, la bitácora es una prueba legal de gran importancia y puede ser el factor que incline la balanza hacia una de las partes en el conflicto. De ahí que las anotaciones deben ser claras, concretas, veraces y oportunas. Dado su carácter legal –con igual valor probatorio que el contrato, los planos y las especificaciones constructivas. Es una importante responsabilidad del supervisor resguardar la bitácora para cuidar su integridad y velar por que siempre permanezca en la obra. La utilización de la bitácora está restringida a un representante del dueño (la supervisión externa) y a un representante del constructor (la supervisión del contratista); en algunas ocasiones ambas partes pueden estar representadas [14].

### **2.3.2 Estructura de Segregación de Tareas (EDT)**

Es una descomposición jerárquica, que normalmente se orienta al producto entregable, del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del mismo y crear los productos entregables requeridos. Por tanto, la EDT organiza y define el alcance total del proyecto, ya que subdivide los

entregables y el trabajo del proyecto, en componentes más pequeños y fáciles de dirigir. Se presenta como una descripción más detallada de los componentes y actividades que se deben desarrollar para lograr los entregables de cada una de las fases del proyecto [15]. Este concepto ha sido adaptado por la empresa Gerpro, pensando en las ventajas que puede ofrecer a una compañía constructora en el desarrollo de sus productos, con el fin de poder sistematizar estas características y llevarlas a las diferentes áreas de las organizaciones, de tal forma que permita dividir un proyecto de construcción en tantas tareas como sean necesarias y asignarlas a las personas responsables, obteniendo como resultado, el control, la calendarización y la gestión de las actividades de los actores encargados de las obras civiles en sus diferentes etapas.

Además de los conceptos asociados a procesos en el seno de las compañías constructoras, para el desarrollo de este proyecto se tiene en cuenta diferentes tecnologías, las cuales son descritas a continuación:

### **2.3.3 Python**

Es un lenguaje de programación de alto nivel multiparadigma; permite crear programas con múltiples estilos de programación, no se compila y puede ejecutarse en múltiples plataformas [16]. Cuenta con un sistema de tipado dinámico lo que quiere permite que las variables tomen valores de distinto tipo, es de fácil lectura y una sintaxis simple.

### **2.3.4 Django**

Es un framework de alto nivel basado en el lenguaje de programación Python, cuenta con un conjunto de componentes que forman un diseño reutilizable, que permite desarrollar proyectos de forma rápida, brinda a los desarrolladores herramientas para mejorar la seguridad de sus programas. La autenticación de usuarios permite administrar de forma confiable las cuentas de usuario y contraseñas [17].

Django utiliza su propia versión adapta de MVC (Modelo-Vista-Controlador), en donde el controlador es manejado por el modelo, se conoce MTV (Modelo-Template-View [18].

**Model/Modelo (M):** Es la capa de acceso a datos, en la cual se encuentra toda la información acerca de los datos, la forma para acceder a los datos, como están relacionados entre sí, sus validaciones y su comportamiento a lo dentro del sistema. Se encuentran definidos en forma de clases, que se encargan de controlar y administrar los datos.

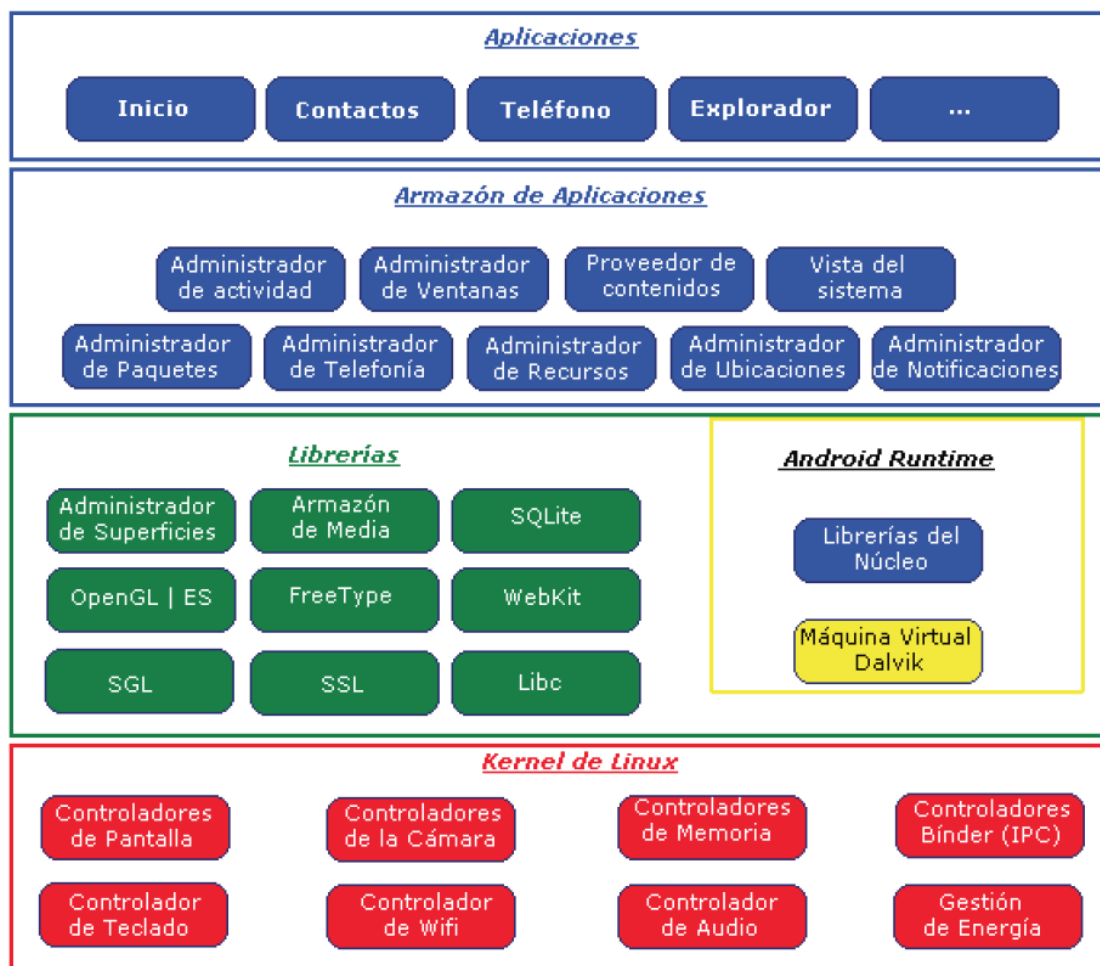
**Template/Plantilla (T):** Es la capa de presentación, en la cual se define la forma en la que se van a mostrar los datos. Es una página web en HTML que permite una interacción rápida y sencilla con el usuario.

**View/Vista (V):** Es la capa lógica, que se encarga de acceder a los modelos, tratar los datos y enviarlos a las plantillas utilizando funciones o clases en Python, es el equivalente al controlador en MVC.

### 2.3.5 Android

Según los autores, Android, es un sistema operativo y una plataforma software, de código libre basado en Linux para teléfonos móviles usado también en tablets, y otros dispositivos [19]. Android permite programar en un framework de Java, aplicaciones sobre virtual Dalvik que es una variación de la máquina virtual de Java, permitiendo a los programadores con conocimientos de Java, crear aplicaciones para dispositivos móviles.

En la figura 4 se puede observar el comportamiento de las diferentes capas que componen Android, donde la capa del Kernel es en la que se puede acceder a los controladores y librerías luego la capa encargada de la administración del sistema operativo y por último la capa donde se encuentran las aplicaciones.



**Figura 4. Capas de Android. Tomado de [19]**

### 2.3.6 Software de Planificación de Recursos Empresariales (ERP).

Es una solución informática para la gestión de información que automatiza las prácticas del negocio al integrar múltiples componentes de administración de diferente uso, los cuales son interdependiente y alrededor de estos se agregan nuevos componentes de carácter opcional para dar funcionalidad extra a la aplicación, enfocándose a realizar procesos del negocio de un sector económico específico [20]

## **Ventajas de un ERP.**

Existen diferentes ventajas al implementar un software para una compañía, entre las que se puede mencionar según [21]:

- **Automatización de procesos:** dentro de una empresa existen procesos que se maneja bajo reglas o políticas preestablecidas, son estos procesos lo que se pueden automatizar evitando errores debido a la intervención humana.
- **Centralización de la información:** debido a que todo se maneja a través de una misma aplicación, toda la información estará almacenada en el mismo
- **Estandarización:** con un sistema ERP se garantiza que un mismo proceso será tratado siempre de la misma manera.
- **Integración de procesos:** Ya que toda la información se encuentra en un mismo sitio, permite que procesos operen interrelacionados con otros procesos.
- **Ventaja estratégica:** debido a la generación de reportes, se podría llegar a tomar decisiones en el momento correcto que ayudarían al crecimiento de la empresa dentro del mercado.

## **Desventajas ERP:**

También existen una serie de desventajas a la hora de implementar un sistema ERP según [22], estas son:

- **Costo:** con cualquier tipo de ERP seleccionado por la empresa traerá consigo costos, ya sea por licencia, soporte técnico, capacitación, implantación o desarrollo.
- **Implementación:** Este es un proceso continuo dentro de la empresa, y es posible que nunca termine.

- **Cambios en los procesos:** Dependiendo del sistema ERP puede llegar a requerirse cambios importantes en la empresa y sus procesos.

### 2.3.7 Middleware

Software de conectividad que consiste en un conjunto de servicios que permiten interactuar a múltiples procesos que se ejecutan en distintas máquinas a través de una red. Ocultan la heterogeneidad, abstraen la complejidad subyacente y proveen de un modelo de programación conveniente para los desarrolladores de aplicaciones [23].

### 2.3.8 HTTP

Basados en [24], Hypertext Transfer Protocol es el protocolo de comunicaciones usado en la Web para intercambiar documentos HTML, archivos CSS, Javascript, imágenes y otros recursos similares. Sigue un esquema petición-respuesta en donde un navegador web, el cliente del protocolo, envía un mensaje de petición a un servidor web y, en consecuencia, el servidor retorna un mensaje de respuesta. Un navegador web es capaz de utilizar protocolos como HTTP para acceder a la web. Ingresan por medio de una dirección que sigue un formato conocido como URL (Ver Tabla 1):

***scheme://[user:password@]host[:port]/path[?queryString][#fragment]***

Scheme	Define el mecanismo de acceso al recurso. Normalmente corresponde con el protocolo de comunicaciones, por ejemplo http, ftp o https.
User	(Opcional) nombre del usuario que accede al recurso o es propietario del mismo

Password	(Opcional) contraseña del usuario
Host	Nombre completo o dirección IP del servidor que alberga el recurso.
Port	(Opcional) Número del puerto de red usado por el servidor. Si el URL no incluye el número del puerto, usualmente el sistema usa el puerto por defecto del protocolo
Path	(Opcional) Dirección del recurso dentro del servidor
QueryString	(Opcional) Lista de parámetros usadas para acceder al recurso. Los parámetros se componen de pares "nombre=valor" separados por "&"
Fragment	(Opcional) Referencia a un fragmento dentro del recurso. Por ejemplo una sección de una página web

***Tabla 1. Estructura URL. Tomado de [24].***

Existen diferentes métodos de acceso en las peticiones Http, cada petición debe estar acompañada por alguno de los métodos mostrados en la tabla 2.

GET	Retorna la información (en forma de entidad) asociada al recurso identificado con la URI solicitada
POST	Este método es usado para que el servidor acepte la entidad enviada como parte de la petición, como un nuevo elemento del recurso asociado a la URI solicitada.
PUT	Este método es usado para que la entidad enviada como parte del Request sea guardada bajo la URI solicitada
DELETE	Este método indica al servidor que el recurso identificado con la URI solicitada debe ser eliminado

***Tabla 2. Métodos de Acceso. Tomado de [24].***

### **Estructura Petición HTTP:**

El navegador web debe enviar una petición la cual debe contener como el método que desea ejecutar, el recurso y la versión del protocolo que se está usando. Opcionalmente el mensaje incluye un conjunto de encabezados y/o un contenido (HEAD y REQUEST), como se describe en la tabla 3.



Línea inicial:	<Metodo><Url><HTTP/version>
Encabezado	<llave>: <Valor>
Fin Encabezado	
Cuerpo	(Usado en métodos como POST y PUT)

**Tabla 3. Estructura Petición. Tomada de [24].**

Ante cualquier petición, el servidor web genera un mensaje de respuesta que es enviado de regreso al navegador el cual contiene un código de respuesta y un mensaje

Línea inicial:	HTTP/<version><código de respuesta><mensaje de código>
Encabezado	<llave>: <Valor>
Fin Encabezado	
Cuerpo	(Contenido del recurso, usado en métodos como GET)

**Tabla 4. Estructura Respuesta HTTP. Tomado de [24].**

### **2.3.9 CSRF Token:**

Por sus siglas Cross Site Request Forgeries, es una herramienta de Django para proteger un sitio web frente a usuarios maliciosos que introducen comandos no autorizados y pueden provocar acciones no deseadas por los administradores de la aplicación [25].

### **2.3.10 API REST:**

REST es cualquier interfaz entre sistemas que use HTTP para obtener datos o generar operaciones sobre esos datos en todos los formatos posibles, como XML y JSON

Algunas de las características de API REST son [26]:

- Protocolo cliente/servidor sin estado: cada petición HTTP contiene toda la información necesaria para ejecutarla, lo que permite que ni cliente ni servidor necesiten recordar ningún estado previo para satisfacerlas.
- Las operaciones relacionadas con los datos en cualquier sistema REST y la especificación HTTP son: POST, GET, PUT, y DELETE
- Los objetos en REST siempre se manipulan a partir de la URI. Es la URI el identificador único de cada recurso de ese sistema REST
- Interfaz uniforme: para la transferencia de datos en un sistema REST, este aplica acciones concretas sobre los recursos, siempre y cuando estén identificados con una URI.
- Sistema de capas: arquitectura jerárquica entre los componentes. Cada una de estas capas lleva a cabo una funcionalidad dentro del sistema REST
- Uso de hipermedios el concepto de hipermedia explica la capacidad de una interfaz de desarrollo de aplicaciones de proporcionar al cliente y al usuario los enlaces adecuados para ejecutar acciones concretas sobre los datos

### **Ventajas de API REST [26]:**

- **Separación entre el cliente y el servidor:** Se separa totalmente la interfaz de usuario del servidor y el almacenamiento de datos, mejora la portabilidad de la interfaz a otro tipo de plataformas, aumenta la escalabilidad de los proyectos y permite que los distintos componentes de los desarrollos se puedan evolucionar de forma independiente.
- **Visibilidad, fiabilidad y escalabilidad.** El equipo de desarrollo puede escalar el producto sin excesivos problemas. Se puede migrar a otros servidores o realizar todo tipo de cambios en la base de datos, siempre y cuando los datos de cada una de las peticiones se envíen de forma correcta.
- **La API REST siempre es independiente del tipo de plataformas o lenguajes:** Se adapta al tipo de sintaxis o plataformas con las que se estén trabajando, permite cambiar o probar nuevos entornos dentro del desarrollo. Con una API REST se pueden tener servidores PHP, Java, Python o Node.js. Lo único que es indispensable es que las respuestas a las peticiones se hagan siempre en el lenguaje de intercambio de información usado, normalmente XML o JSON.

#### **2.3.11 JSON:**

JavaScript Object Notation, es una sintaxis para almacenar e intercambiar datos, es un texto escrito con notación de objetos JavaScript en el que se pueden representar cuatro tipos de datos: Variables de texto (String), Variables nulas, numéricas y variables Boolean, además, permite dos estructuras: Objetos y Vectores [27].

## 2.4 MARCO TECNOLÓGICO

### 2.4.1 IngeMAX ERP

Es una herramienta web para el control de proyectos de construcción, que permite a Las compañías, administrar la información de manera organizada y de una forma efectiva, brindando a los usuarios la posibilidad de entrar en el momento que necesiten y desde cualquier lugar que tenga acceso a internet. Cada persona de la compañía ingresa con un usuario y una contraseña (Figura 5). Las transacciones hechas en el sistema quedan guardadas con la fecha y el usuario que la ejecutó.

**Figura 5. Login de Usuarios IngeMAX ERP.**



**Fuente: Autor**

Cada usuario puede estar vinculado a uno o más proyectos (Ver Figura 6), los cuales son asignados por el administrador del sistema y los módulos disponibles, dependen del cargo que tenga, el usuario puede tener todos los cargos que sean requeridos según las funciones de cada persona dentro de la compañía. Una vez

el usuario ha iniciado sesión, podrá ver en el Dashboard el listado de proyectos asignados, en la barra superior, están los módulos de: Ayuda, EDT, Gestión documental, la sección de las notificaciones del sistema y los datos del usuario.

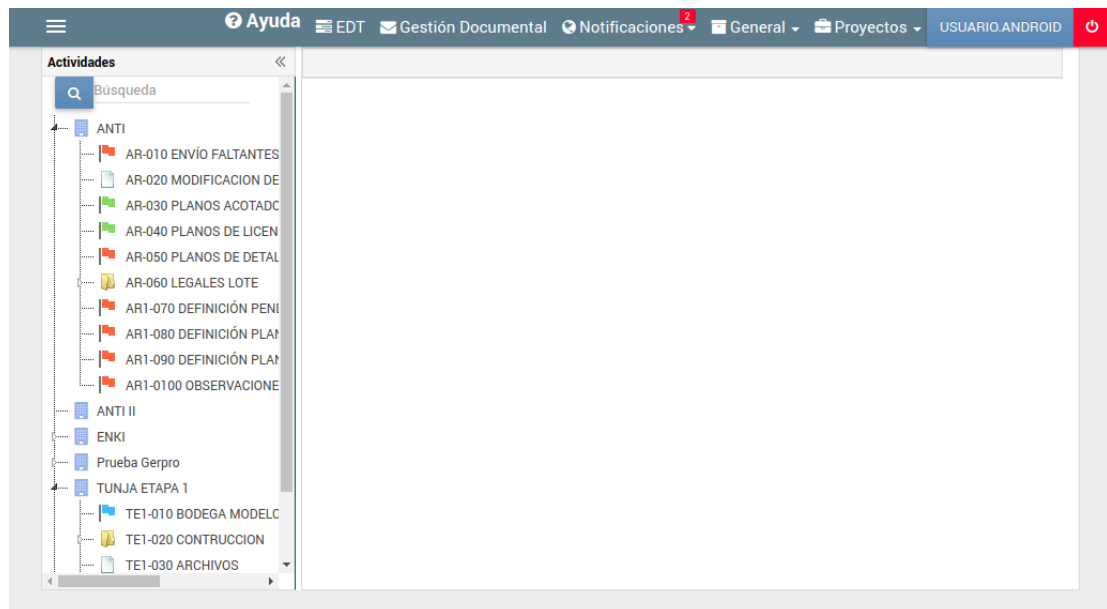
**Figura 6. Dashboard IngeMAX ERP.**



**Fuente: Autor.**

En el Modulo del EDT (Ver figura 7) se pueden ver las tareas de los proyectos, dependiendo de la configuración, estarán como visibles para todos o solo para los usuarios necesarios, Las tareas se dividen según los proyectos, se muestran en la interfaz como un árbol de tareas organizado según el código de la actividad y se asignaran diferentes iconos dependiendo del estado en que se encuentre. Las banderas verdes para las Terminadas, las banderas azules para las que están en proceso y las banderas rojas para las que están atrasadas. Adicionalmente estarán las tareas que aún no tienen ningún tipo de asignación a usuarios o fecha límite se verán como hojas en blanco y las tareas que tienen sub-tareas tendrán una carpeta.

**Figura 7. Módulo EDT**



**Fuente: Autor.**

Cada tarea tiene un usuario creador y un usuario responsable, están enmarcadas en la fecha de inicio y la fecha límite, además de la descripción de la tarea y el estado que asigna automáticamente dependiendo de la ejecución.

**Figura 8. Ver Actividad**

**Actividades**

Búsqueda

- ANTI
  - AR-010 ENVÍO FALTANTES
  - AR-020 MODIFICACION DE
  - AR-030 PLANOS ACOTADOS
  - AR-040 PLANOS DE LICEN
  - AR-050 PLANOS DE DETAL
  - AR-060 LEGALES LOTE
  - AR1-070 DEFINICIÓN PENI
  - AR1-080 DEFINICIÓN PLAN
  - AR1-090 DEFINICIÓN PLAN
  - AR1-0100 OBSERVACIONE
- ANTI II
  - ENKI
  - Prueba Gerpro
  - TUNJA ETAPA 1
    - TE1-010 BODEGA MODELC
    - TE1-020 CONTRUCCION
    - TE1-030 ARCHIVOS

**CÓDIGO: AR-030 - ANTI/PLANOS ACOTADOS OBRA ANTIQUE I**

100%

**Detalles** Subactividades Notificaciones Configuración

[EDITAR](#) [ELIMINAR](#)

Fecha de registro	Sept. 18, 2017	Usuario que registro	Ricardo Lopez Roriguez
Nombre	PLANOS ACOTADOS OBRA ANTIQUE I	Fecha de inicio	2017-09-18
Codigo	030	Fecha limite de realización	2017-09-22
Estado	Realizada	Responsable	Omar Alejandro Perez Niño
Área			

**Descripción**  
Es necesario tener los planos acotados del proyecto para ir cerrando capítulos. Una vez finalizado montar los planos del proyecto en gerpro para consulta de todos (dgv y PDF). Deben estar solo los planos de ultima version de obra.

**Timeline:**

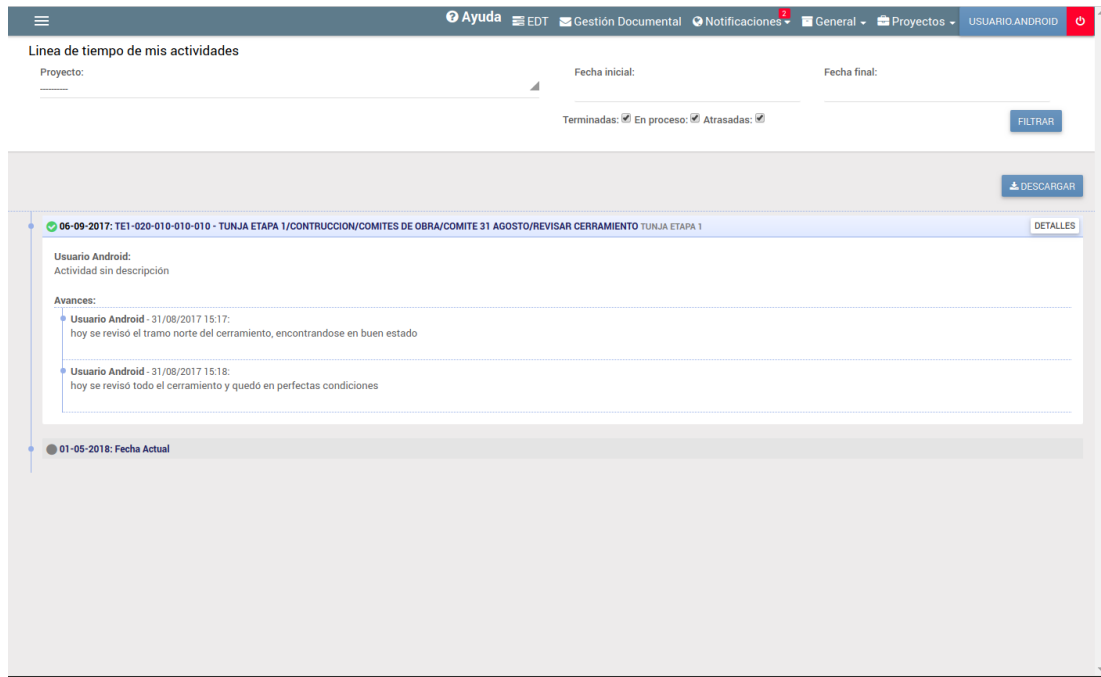
- Omar Alejandro Perez Niño - 17-10-2017 04:51 PM
  - ok
- Omar Alejandro Perez Niño - 17-10-2017 04:50 PM
  - ya se encuentran los planos en la plataforma

**Fuente: Autor.**

Los usuarios creadores podrán editar la información básica de la tarea y los responsables registraran tantos avances como sean necesarios hasta realizar la actividad (Ver figura 8), estos avances se mostraran como una línea de tiempo con el usuario y la fecha de registro. Adicionalmente, es posible suscribir a más usuarios en el desarrollo de una tarea.

Las tareas asignadas se pueden ver en una línea de tiempo como se observa en la figura 9, con el fin de facilitar la administración de estas, que pueden consultarse según sus estados o en un rango de fechas específicas.

**Figura 9. Línea de tiempo Mis Actividades**



**Fuente: Autor.**

Las tareas y los niveles de acceso que tienen dependen de los permisos que tengan los usuarios y las características mencionadas anteriormente. Cuando una tarea es asignada a algún miembro de la compañía, este es notificado por la pestaña de “Notificaciones” que está siempre visible en la barra superior. Adicionalmente un correo electrónico se envía cada día con la información de las tareas, cuando una tarea va a cumplir su fecha límite, también se envía un correo alertando al usuario.

Paralelo a las tareas en el EDT, existen módulos de IngeMAX ERP que dependen de cada proyecto y que son visibles al entrar a cada uno de los proyectos los cuales poseen actividades constructivas específicas que se dividen en tres grandes módulos: Presupuesto, Gerencia y Comercial (Ver Figura 10).



**Figura 10. Módulos por Proyecto**

The screenshot displays the 'ANTI' project management interface. At the top, a navigation bar includes a menu icon, the text 'ANTI', and several utility links: 'Ayuda', 'EDT', 'Gestión Documental', 'Notificaciones' (with a red notification badge), 'General', and 'Proyectos'. The user profile 'USUARIO ANDROID' is visible in the top right corner. The main content area is divided into two sections. On the left, there is a large 'ANTI' logo with 'INGE' in blue and 'MAX' in yellow, and below it, three circular icons representing different modules: 'PRESUPUESTO Y CONTROL' (green), 'GERENCIA' (red), and 'COMERCIAL' (red). On the right, a white box contains project details in a table-like format:

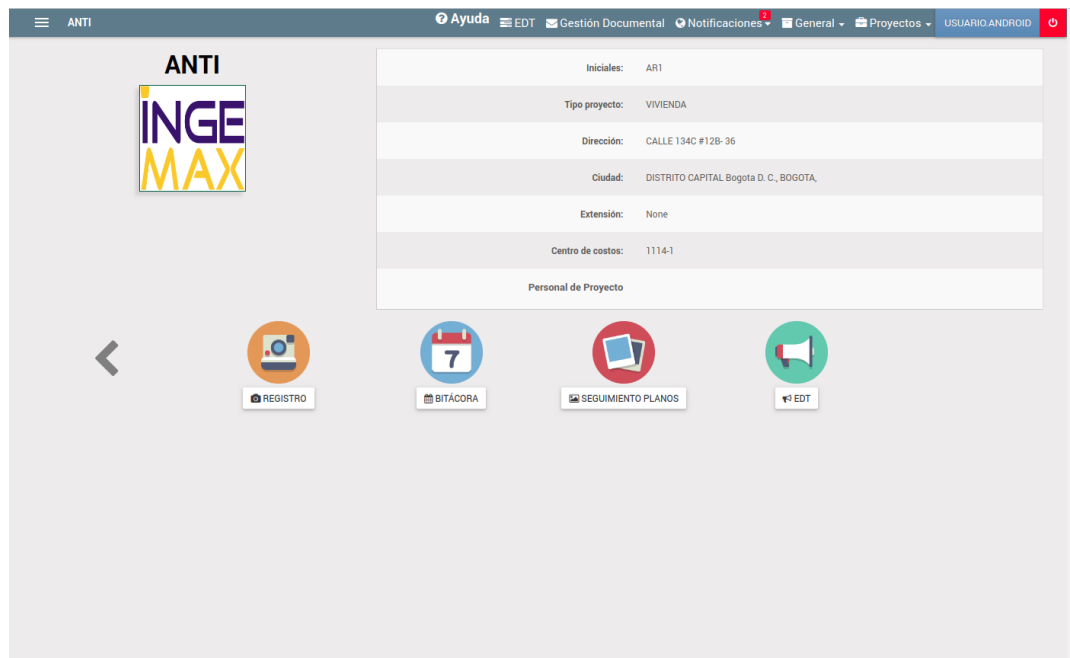
Iniciales:	AR1
Tipo proyecto:	VIVIENDA
Dirección:	CALLE 134C #12B-36
Ciudad:	DISTRITO CAPITAL Bogota D. C., BOGOTA,
Extensión:	None
Centro de costos:	1114-1
Personal de Proyecto	

**Fuente: Autor.**

Cada uno de estos módulos, es visible dependiendo de los permisos del usuario. El módulo de Gerencia se divide en 4 sub-módulos (Ver figura 11):

- **La Bitácora**
- Seguimiento de planos
- Registro fotográfico
- Modulo del EDT, es el mismo mencionado en la Figura 7

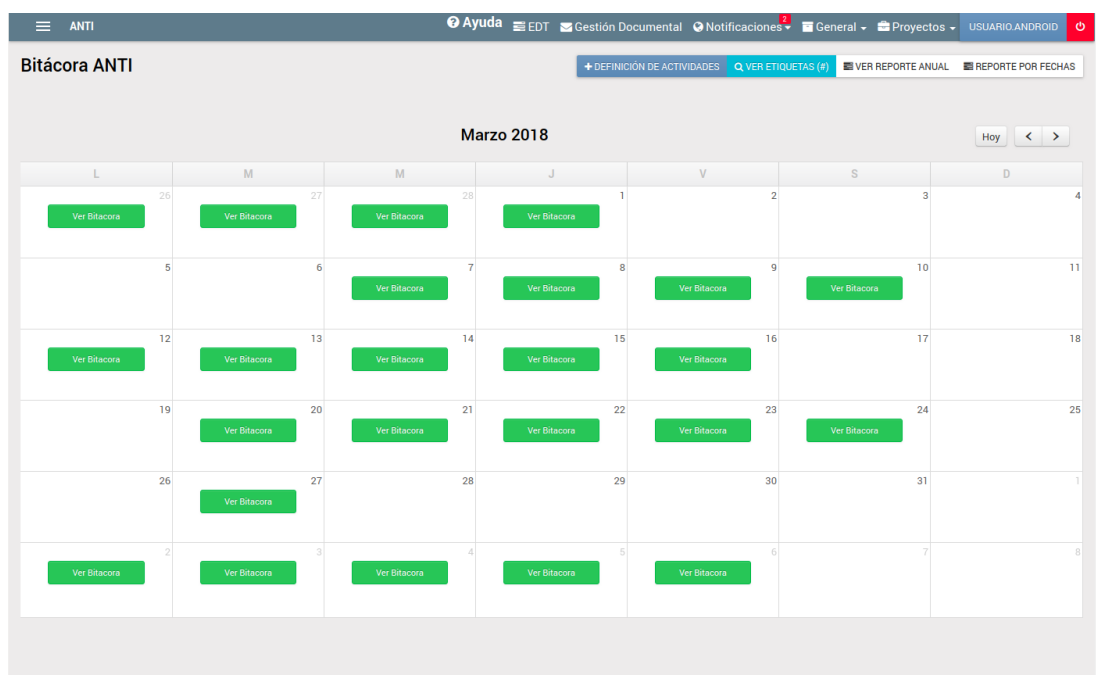
**Figura 11. Sub-Módulos Gerencia.**



**Fuente: Autor.**

**El módulo de bitácora**, (Ver figura 12), se considera como un registro que se hace al final de la jornada laboral, debido a que el objetivo de esta es tener control de lo que sucedió en la obra en el transcurso del día, En el módulo, se puede ver un calendario con el mes actual, se puede navegar entre meses. Cada día del calendario tiene un botón de “Ver Bitácora”, que aparecerá, si y solo si, se hizo el registro correspondiente a ese día. La Bitácora solo se puede registrar en la fecha actual, es decir, no se puede registrar en las fechas pasadas ni futuras, con el fin de mantener los registros reales y actualizados de lo que sucede en las obras.

**Figura 12. Módulo de la Bitácora**



**Fuente: Autor**

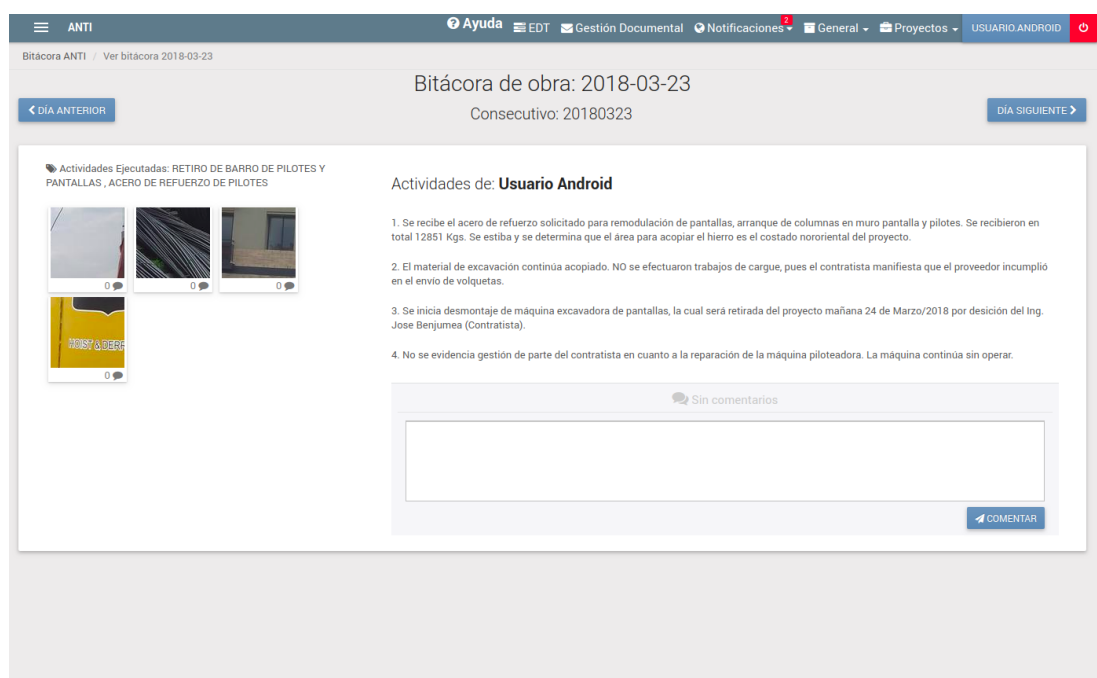
Cada día de la bitácora, puede contener diferentes registros según la cantidad de personas que sean responsables de la obra. Existen dos tipos diferentes de registros.

1. **Actividades Ejecutadas:** Son actividades constructivas que se definen según cada uno de los proyectos. Las actividades son creadas por los directores de las obras, tienen fechas asignadas según la programación de la obra. Este tipo de registros son hechos por los residentes de obra. Para este tipo de registro, es necesario adjuntar una o varias fotos que demuestren el avance en la obra.
2. **Observaciones Adicionales.** En este tipo de registro, se mencionan diferentes factores que pueden tener incidencia sobre el avance en obra del día y que son necesarios para el control de la obra, como por ejemplo que personal externo visito la obra, si se presentaron accidentes o el tiempo en el día o cualquier otro suceso del cual se quiera tener control en la obra.

Este registro lo hace generalmente los encargados del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Cada uno de los registros se muestra de forma diferente en la bitácora, para el primer tipo, se puede ver la persona que hizo el registro, y las actividades ejecutadas que se desarrollaron en el día. Para el segundo tipo de registros, se puede Ver el usuario y el Cargo de quien completó la bitácora en el día (Ver figura 13).

**Figura 13. Ver Bitácora del Día.**



**Fuente: Autor.**

Para el registro de la bitácora, se podrán ver en la pantalla los tipos de registro a los cuales el usuario tiene acceso, es posible que algunos usuarios puedan hacer Actividades ejecutadas y Observaciones Adicionales. Para el primer tipo (Ver figura 14) es necesario Seleccionar cual o cuales de las actividades se ejecutaron, adicionalmente una descripción del trabajo del día y finalmente un registro fotográfico que soporte la información mencionada.

**Figura 14. Registrar Actividades Ejecutadas.**

**1. Actividades Ejecutadas (Es necesario Adjuntar fotografías):**

Actividad	Descripción	Registro Fotográfico
<p>Actividad:</p> <div> <div>DEMOLICIÓN PREDIOS</div> <div>DEMOLICIÓN EDIFICACIONES EXISTENTES</div> <div>Viga guía para muros de contención</div> <div>Viga guía para muros de contención</div> <div>Excavación y hormigonado pilote tipo tornillo D: 40cm</div> <div>Localización y Replanteo con equipos de precisión</div> <div>AMARRE DE HIERROS DE MUROS PANTALLA PERIMETRALES</div> <div>Excavación y hormigonado de pantalla perimetral e=35 cm</div> <div>RETIRO DE BARRO DE PILOTES Y PANTALLAS</div> </div>		

Fotografías adjuntas

NOMBRE

**Fuente: Autor.**

Para las observaciones adicionales, solo basta con registrar lo sucedido en el día, como se observa en la figura 15, las fotos en este tipo de registro son opcionales, pero es recomendable adjuntar al menos una foto en el registro

**Figura 15. Registro Observaciones Adicionales.**

**Comentarios Residente de obra: (Fotografías adjuntas son opcionales)**

Archivo

Editar

Vistas

Formato

Tabla

Formato

B

I

Fotografías adjuntas

NOMBRE

Arrastre aquí las fotos o haga click para subirlas.

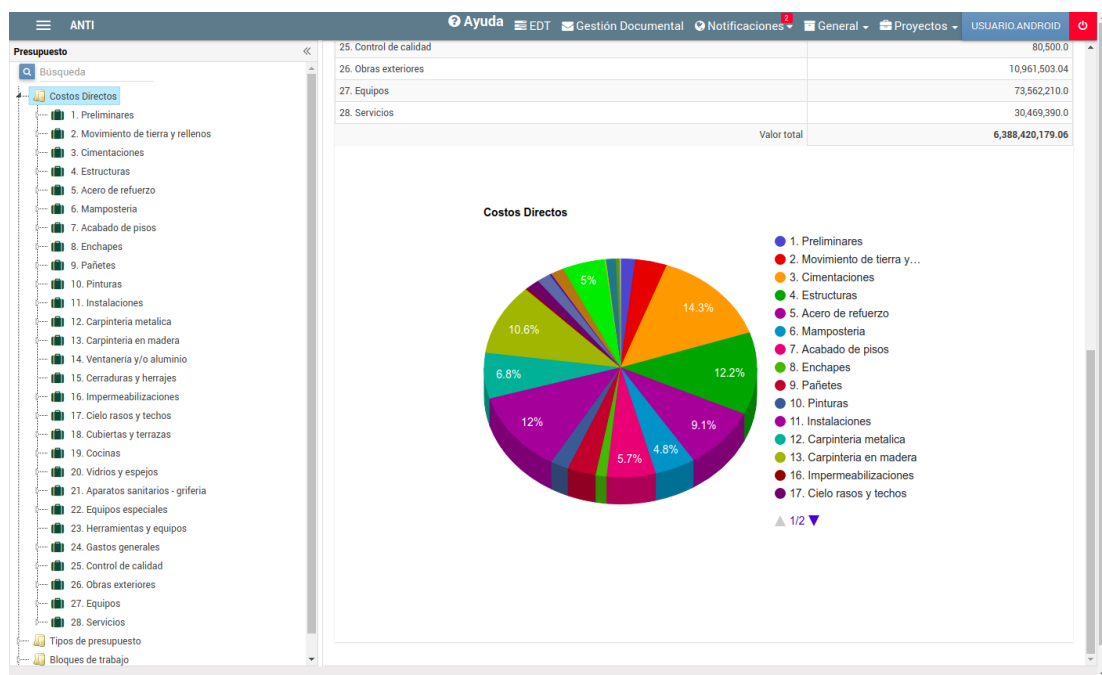
AGREGAR

**Fuente: Autor.**

Es importante recalcar que la bitácora, debe ser registrada cada día de trabajo en el ciclo de construcción del proyecto. Pues es con esta herramienta que la obra se conecta con todos los interesados del proyecto y así estos pueden conocer el estado en el que se encuentra la obra desde cualquier lugar en el que se encuentren.

Adicionalmente IngeMAX ERP, cuenta con el módulo de presupuesto y control (Figura 16). Este permite a las compañías constructoras tener el control de los costos de los proyectos para poder tomar decisiones importantes basadas en los informes que se alimentan según las compras necesarias para la ejecución del proyecto y en las necesidades que puedan presentarse a través del tiempo.

**Figura 16. Módulo de presupuesto y control.**

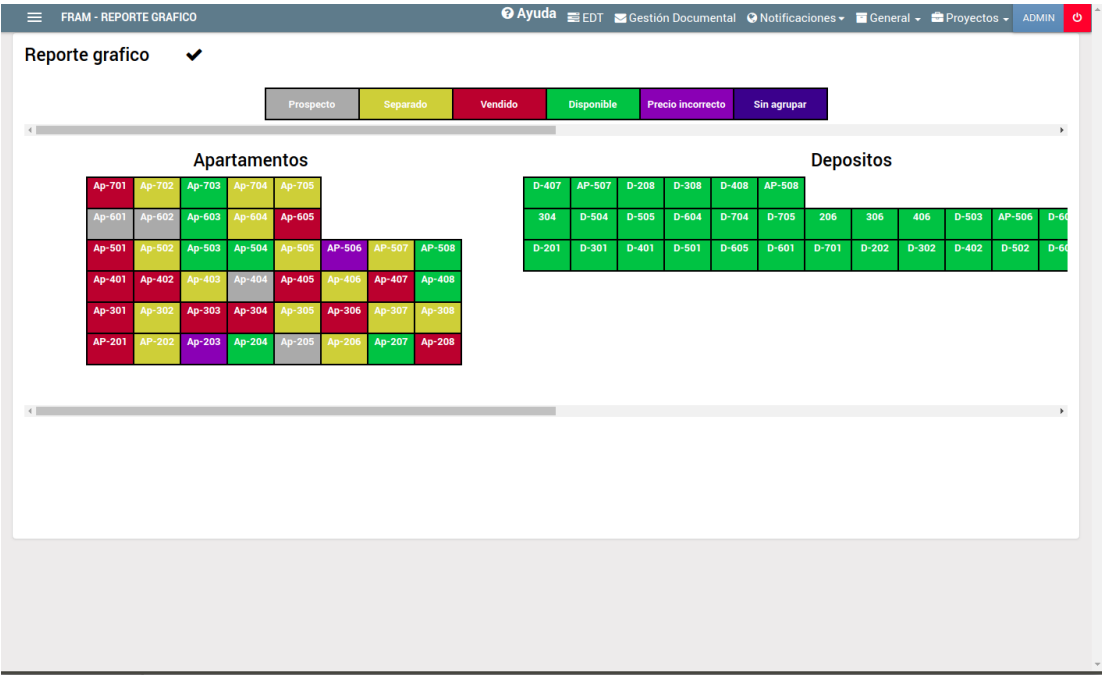


**Fuente: Autor.**

El módulo de ventas (Ver figura 17), ofrece una poderosa herramienta que administra la gestión de los inmuebles del proyecto y el estado en el que se encuentran, Si están vendidos, separados o disponibles. Este módulo lleva el control de los pagos y de la cartera del proyecto. Permite hacer un seguimiento de

los clientes del proyecto, y calendarización de las actividades de las asesoras de ventas.

Figura 17. Modulo comercial



Fuente: Autor.

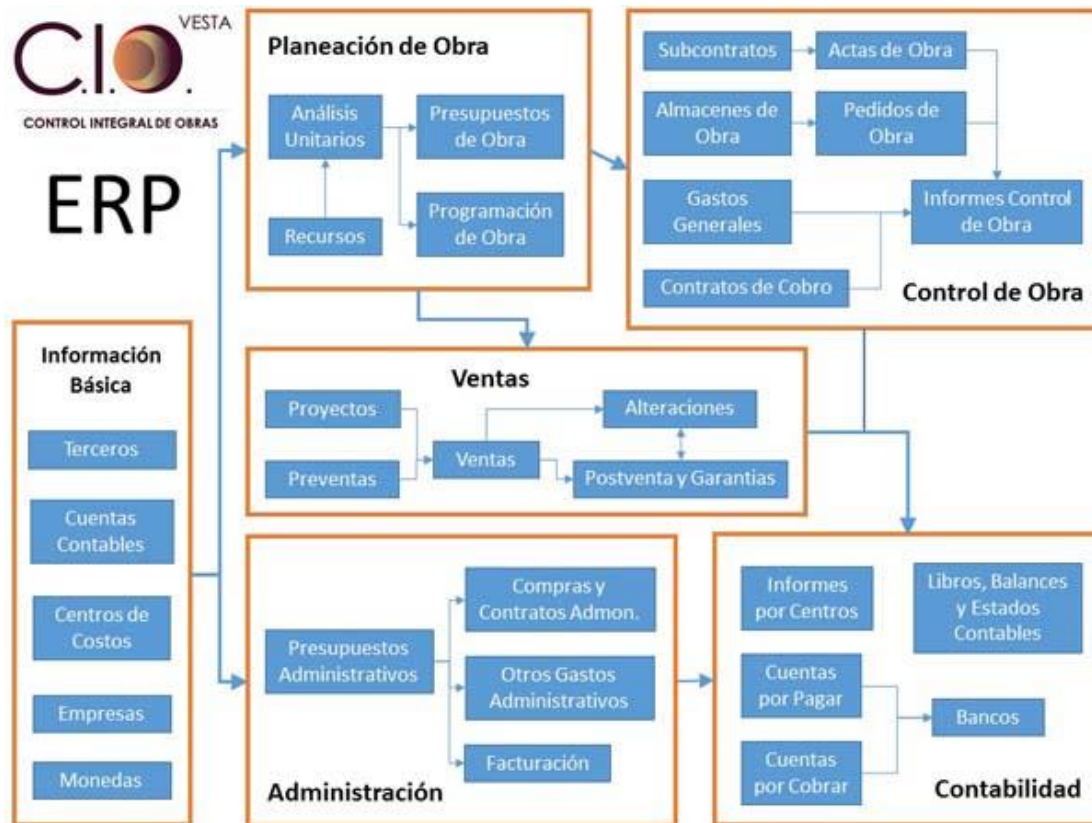
## 2.5 ESTADO DEL ARTE

Aunque existen diferentes productos de software en el mercado que ayudan a las compañías constructoras a manejar sus procesos, algunos de estos, son específicos para el área de la gestión de proyectos civiles y muchas de las herramientas disponibles no cubren todas las necesidades de una compañía. Para el caso puntual de la **Bitácora**, las empresas buscan diferentes medios tecnológicos con los cuales puedas llevar el control que desean.

**BaseCamp**, es un sistema web que permite a las compañías estructurar los diferentes procesos, en forma de carpetas compartidas, en las cuales se pueden subir todo tipo de archivos [28]. Cada registro tiene la información de usuario, la fecha y hora de cuando fue agregado el archivo. Algunas Organizaciones, utilizan

esta herramienta para subir sus registros de bitácora periódicamente. El módulo de la **Bitácora** de IngeMAX ERP, nace de la necesidad de sistematizar el proceso del registro de avance diario en las obras civiles, con características específicas en el área de la construcción.

Existen otros sistemas que se encargan de procesos específicos de la construcción, como el caso de los sistemas diseñados para el control de los proyectos de construcción, como **CIO ERP**, que brinda a las compañías diferentes herramientas (Figura 18), para el control de distintos procesos como las Ventas, el control y la planeación de presupuestos, la contabilidad, el control de la obra a nivel de costos [29].



**Figura 18. CIO ERP. Tomada de [29].**

Para la gestión de tareas dentro de las organizaciones, existen también diferentes alternativas de software, **Wrike** [30] es una plataforma que permite la ordenación y



administración de los procesos en una organización, brindando diferentes funciones a las compañías como informes (ver figura 19) y diagramas de Gantt, además cuenta con una aplicación móvil que permite la interacción de los usuarios de forma rápida.



**Figura 19. Informes Wrike. Tomada de [30].**

**Asana** es otro sistema que facilita la administración de actividades (Figura 20) en una organización, permite asignar tareas, con tiempos definidos y cuenta con una aplicación móvil que permite gestionar las tareas de forma rápida [31].

Add Task		Launch status	Blocking	Due	
Planning					
✓	Final product spec	Planning		—	
✓	Product rollout plan	Planning		—	
Milestones					
✓	Consolidate product spec feedback	Planning	Yes	Apr 30	
✓	Marketing plan for app launch	100% launch	Yes	Sep 1	
✓	Sales training on app functionality	100% launch	No	Sep 1	
✓	UI workflow A/B test	A/B test	Yes	Sep 4	
✓	PR plan for app launch	100% launch	No	Sep 15	
✓	Day of launch schedule	100% launch	No	Sep 15	
✓	Post launch result analysis	Post-launch	No	Oct 1	

**Figura 20. Administrador de tareas Asana. Tomado de [31].**

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

En el diseño metodológico para el desarrollo de este trabajo, se tuvo en cuenta la ejecución de actividades en función del cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos planteados, para lo cual se definieron las herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto, las iteraciones para una adaptación de la metodología Mobile Development Process Spiral y el cronograma planteado, elementos que se describen a continuación.

#### 3.1 HERRAMIENTAS

Las herramientas seleccionadas para el desarrollo del proyecto (ver tabla 5) fueron elegidas con base en las políticas de la compañía y la experiencia del equipo.

**Tabla 5. Herramientas para el desarrollo del proyecto**

<b>Tipo</b>	<b>Herramienta</b>
Lenguajes de Programación	Python, Java XML
Framework de desarrollo web	Django 1.3
Sistemas gestores de base de datos	Mysql 5.5, SQLite 3.1
Servidor	Gunicorn 18.2.4
Sistemas Operativos	Ubuntu Server 12.04, Android
Editor de Texto	Sublime Text 3, PluginDjanerio
Entorno de Desarrollo	Android Studio

**Fuente: Autor.**

Para el control de versiones en el desarrollo de la aplicación, se utiliza Git y Github como cliente web. El uso de estas herramientas permite interactuar con los otros miembros de la organización que se encargan del mantenimiento y las actualizaciones del sistema existente. Además facilita controlar el estado del proyecto y los posibles desarrollos adicionales de la aplicación una vez sea entregado el proyecto.

El uso en las tecnologías mencionadas anteriormente permite agilizar el tiempo de desarrollo del sistema, debido a que presentan mejoras en los tiempos de curvas de aprendizaje, además algunas de estas han sido trabajadas en desarrollos anteriores.

### 3.2 ITERACIONES

Se planean las cinco iteraciones propuestas en la metodología Mobile Development Process Spiral con algunas adaptaciones específicas para el desarrollo del proyecto, como se expone en la tabla 6.

**Tabla 6. Iteraciones.**

ITERACION	DESCRIPCIÓN
<b>PIMERA ITERACIÓN</b>	Se definen los requisitos y usuarios de la aplicación. Se plantea la arquitectura para la comunicación entre las herramienta.
<b>SEGUNDA ITRACIÓN</b>	Se desarrolla la primera versión de la aplicación móvil, la cual permite a los usuarios iniciar sesión y consultar los proyectos a los que ha sido vinculado.
<b>TERCERA ITERACIÓN</b>	En esta iteración, se integra el módulo de la bitácora a la aplicación móvil. La fase de las pruebas permitirá verificar el correcto funcionamiento de la bitácora y de la administración se sesiones de al App.

<b>CUARTA ITERACIÓN</b>	Se desarrolla el módulo de la estructura de segregación de tareas, se agrega el sistema de notificaciones Push y se genera el primer entregable de la aplicación móvil para que puedan ser realizadas las pruebas por el cliente.
<b>QUINTA ITERACIÓN</b>	Se entrega la versión final de IngeMAX App después de la revisión final por parte de los clientes d la aplicación

*Fuente: Autor.*

Los tiempos de cada iteración, varían de acuerdo a la complejidad de esta, por lo cual, los tiempos se establecen en el cronograma expuesto en la tabla 7.

**Tabla 7. Cronograma de Iteraciones**

<b>Iteración/Semana</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>	<b>S11</b>	<b>S12</b>	<b>S13</b>	<b>S14</b>	<b>S15</b>	<b>S16</b>
Primera Iteración																
Segunda Iteración																
Tercera Iteración																
Cuarta Iteración																
Quinta Iteración																

*Fuente: Autor*

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se describe el desarrollo de cada uno de los objetivos propuestos, por medio de tablas, diagramas y capturas de pantalla de cada una de las funciones de la aplicación desarrollada.

### 4.1. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA.

Se establece la arquitectura que permitirá a la aplicación móvil comunicarse con el sistema IngeMAX ERP, se muestran los aspectos técnicos del desarrollo del sistema, los requisitos obtenidos y la estructura general que se utilizó para el tratamiento de peticiones Http.

#### 4.1.1 Requisitos

Los requisitos establecidos para el desarrollo de este proyecto, se basan en el funcionamiento del Sistema Actual, adicionalmente se han agregado los necesarios para el funcionamiento de la aplicación móvil y son descritos en la tabla 8

**Tabla 8 Requisitos del sistema**

#	Requisito	Descripción
1	Iniciar Sesión	Cada usuario debe poder inicial sesión en la aplicación móvil con las credenciales asignadas en el sistema web
2	Mantener Sesión Activa	La aplicación móvil debe permitir utilizar las diferentes apps del dispositivo manteniendo activa la sesión.
3	Cerrar Sesión	Los usuarios podrán cerrar la sesión cuando sea necesario

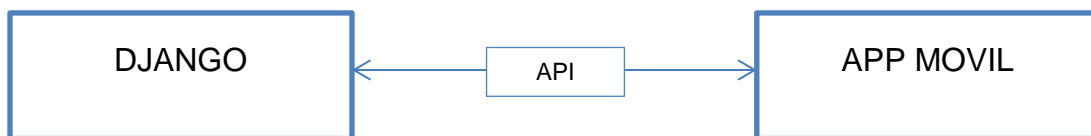
4	Consultar Proyectos	El usuario, debe poder ver solo los proyectos a los cuales han sido vinculados en IngeMAX ERP
5	Consultar Bitácora por proyecto	Cada proyecto tiene una bitácora independiente que debe poder ser consultada por los usuarios de la aplicación
6	Consultar Calendario Bitácora	La aplicación debe permitir consultar el calendario de la bitácora
7	Registrar Actividades Ejecutadas de la bitácora	Los encargados de la construcción del proyecto, deben poder registrar las actividades constructivas ejecutadas en el día laboral utilizando un registro Fotográfico
8	Registrar Observaciones Adicionales en la bitácora	El personal adicional de la obra puede registrar diferentes sucesos ocurridos en el día. Estos registros pueden o no incluir un registro Fotográfico
9	Adjuntar Fotografías	La aplicación debe permitir adjuntar imágenes tomadas previamente o tomar fotos en el momento de hacer el registro
10	Borrar Fotografías Adjuntas	Se deben poder eliminar las fotografías adjuntas antes de hacer el registro en la bitácora
11	Consultar Línea de tiempo Actividades EDT	Para facilitar la gestión de la tareas del EDT, los usuarios deben poder ver una línea de tiempo de las actividades a las cuales han sido asignados, así como las tareas en las que son creadores
12	Filtrar Actividades en el EDT	Los usuarios deben poder filtrar las tareas según sus estados, sus fechas de registro y de realización
13	Consultar Actividad	La aplicación debe permitir consultar la información de cada actividad, incluyendo los avances de cada una de estas
13	Registrar avance	Los usuarios deben poder registrar los avances necesarios para el desarrollo de una tarea.
14	Editar Tarea	Cada usuario podrá editar una tarea siempre y cuando sea el creador de la misma y además tenga los permisos necesarios dentro IngeMAX ERP
15	Terminar Tarea	Las tareas deben poder terminarse desde la aplicación móvil
16	Gestionar Notificaciones Push	La aplicación debe permitir el manejo de las notificaciones push de Android y gestionar los diferentes eventos de las notificaciones que pueden ser generadas desde IngeMAX ERP o desde la aplicación móvil

**Fuente: Autor**

#### 4.1.2 Comunicación IngeMAX ERP y App Móvil.

Para poder comunicar la aplicación móvil con el sistema de información existente es necesario utilizar un API REST, que permite comunicar dos sistemas escritos en diferentes lenguajes de programación por medio de peticiones HTTP como se explica en la figura 21.

**Figura 21. Comunicación entre Herramientas**

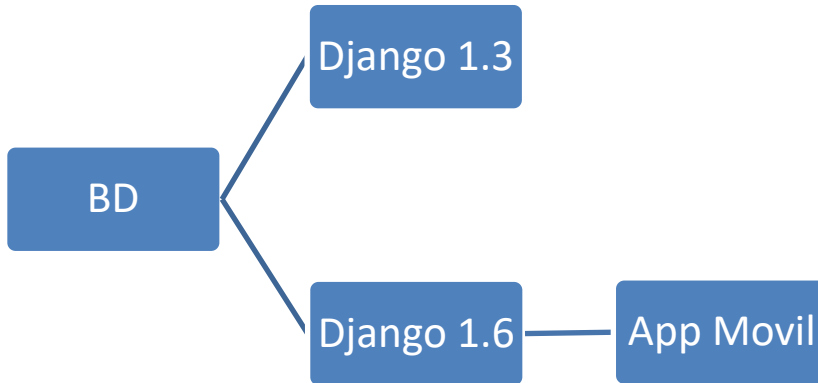


**Fuente: Autor.**

Django Rest Framework es una librería que permite implementar un API REST dentro de las aplicaciones, crea toda la arquitectura incluyendo los protocolos de autenticación y seguridad necesaria para el framework pero la versión de Django en la cual está escrito IngeMAX ERP, no soporta la librería. Para poder comunicar a las aplicaciones se plantea inicialmente la siguiente alternativa: Crear una nueva aplicación en otra versión de Django (Ver figura 22), utilizando la misma base de datos y el mismo modelo de la aplicación anterior, de tal forma que la App móvil haga las peticiones a la nueva aplicación y así poder administrar la información.



**Figura 22. Alternativa arquitectura**

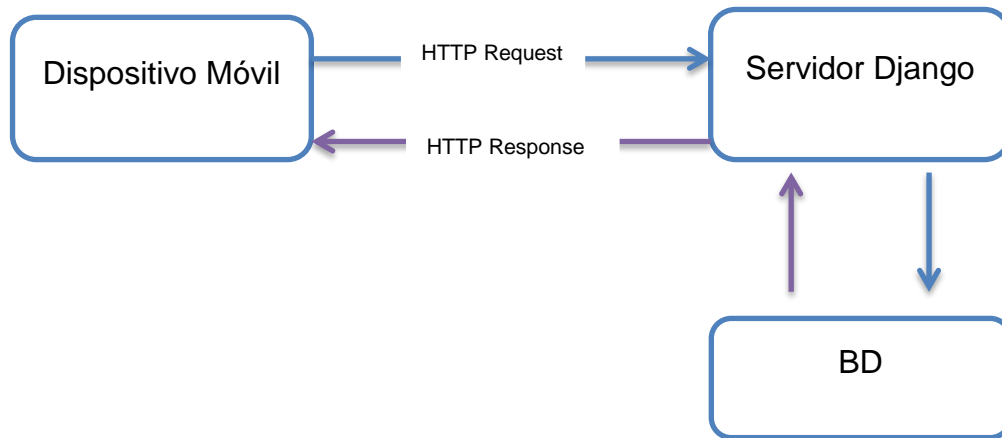


**Fuente: Autor.**

Una vez creada la nueva aplicación, la librería fue correctamente instalada, pero al crear las tablas necesarias para hacer la autenticación de usuarios, Django 1.6 modifica las tablas donde se almacena la información de los usuarios, dejando en un error al sistema de información actual. Razón por la cual se decide no utilizar ninguna librería y crear una arquitectura de API REST FULL propia que no genere inconvenientes con el sistema existente.

Para poder establecer la comunicación entre la aplicación móvil y el sistema web, los datos son enviados en formato JSON en el Request de las peticiones HTTP (GET y POST) desde la App, los procesos y operaciones son ejecutados en el servidor de Django, que responde utilizando el mismo formato en los parámetros del HTTP Response para que la aplicación pueda hacer el tratamiento de la información y mostrarla al usuario (Ver figura 23).

**Figura 23. Estructura Petición**

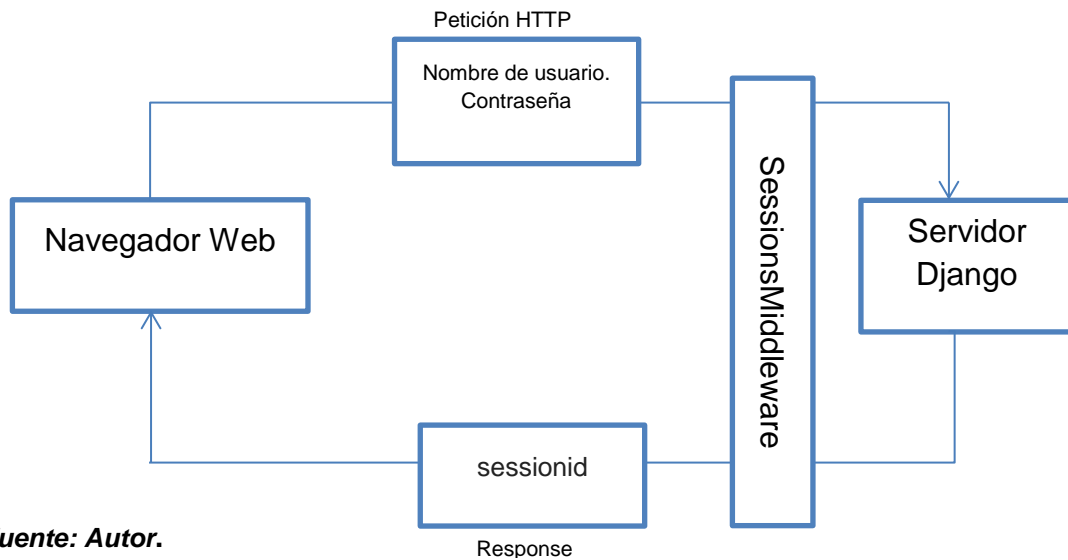


**Fuente:** Autor.

#### **4.1.3 Administración de Sesiones de Usuario**

Para poder administrar las sesiones de usuario fue necesario entender como el framework administra los procesos de autenticación y la seguridad que maneja con las peticiones HTTP. Django crea una tabla en donde se almacena la información de la sesión de cada usuario la cual valida cada sesión por medio de un ID para cada usuario y por cada sesión. Cuando un usuario ingresa desde un navegador web digita su nombre de usuario y su contraseña, al darle clic al botón de iniciar sesión el navegador envía una petición al servidor de Django, este se encarga de verificar la información y en caso de ser correcta se crea una sesión con un id y se devuelve al navegador por medio de una Cookie llamada **“sessionid”**, una vez la sesión es iniciada, cada petición que se hace al servidor debe tener en su información este id que es consultado en la tabla y así es verificada la autenticación de un usuario dentro de una aplicación, todos estos procesos los ejecuta un middleware de Django llamado **“SessionsMiddleware”** (figura 24).

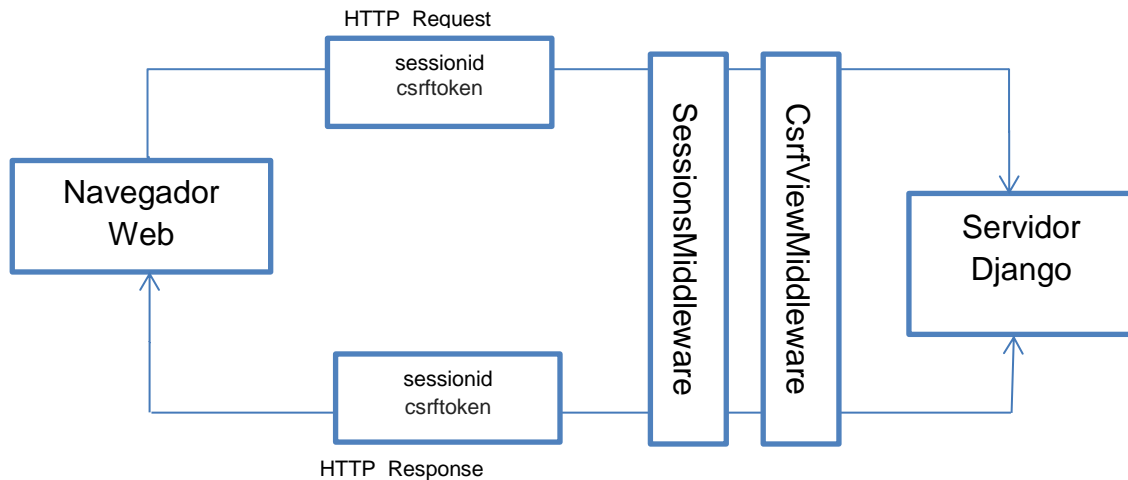
**Figura 24. Django SessionMiddleware**



**Fuente: Autor.**

Además del **sessionid**, Django utiliza un token llamado **"csrftoken"** para validar la seguridad de las peticiones HTTP como se explica en la figura 25, este token también se envía por medio de una Cookie y cada vez que el servidor de Django recibe una petición de tipo POST de un navegador web otro middleware verifica que dentro del Request de la petición este el **csrftoken** y el **sessionid** correspondientes a la sesión de cada usuario una vez validado, es enviado nuevamente al navegador por el response.

**Figura 25. CsrfToken Middleware**



**Fuente: Autor.**

Luego de revisar el Http Response, se puede observar que el middleware no vincula en el Response el csrftoken si la petición es de tipo JSON, y como las peticiones que llegan de la App son de este tipo, es necesario entonces modificar el código del Middleware para que asigne el token, para ello es necesario ir a la Carpeta donde está Instalado Django, luego ubicar las librerías y entrar a la carpeta de: **Middleware**, En el Archivo llamado: **“Csrf”** se encuentra el código fuente encargado de la operación que se necesita editar, como se observa en la figura 26.

**Figura 26. Código CsrfViewMiddleware**

```
21 _POST_FORM_RE = \
22     re.compile(r'(<form\W[^>]*\bmethod\s*=\s*(\'|")POST(\'|")\b[^>]*>)', re.IGNORECASE)
23
24 _HTML_TYPES = ('text/html', 'application/xhtml+xml', 'application/json')
25
```

**Fuente: Autor.**

Una vez editado el código el Response de una petición de tipo JSON tiene todos las Cookies necesarias para hacer las nuevas peticiones.

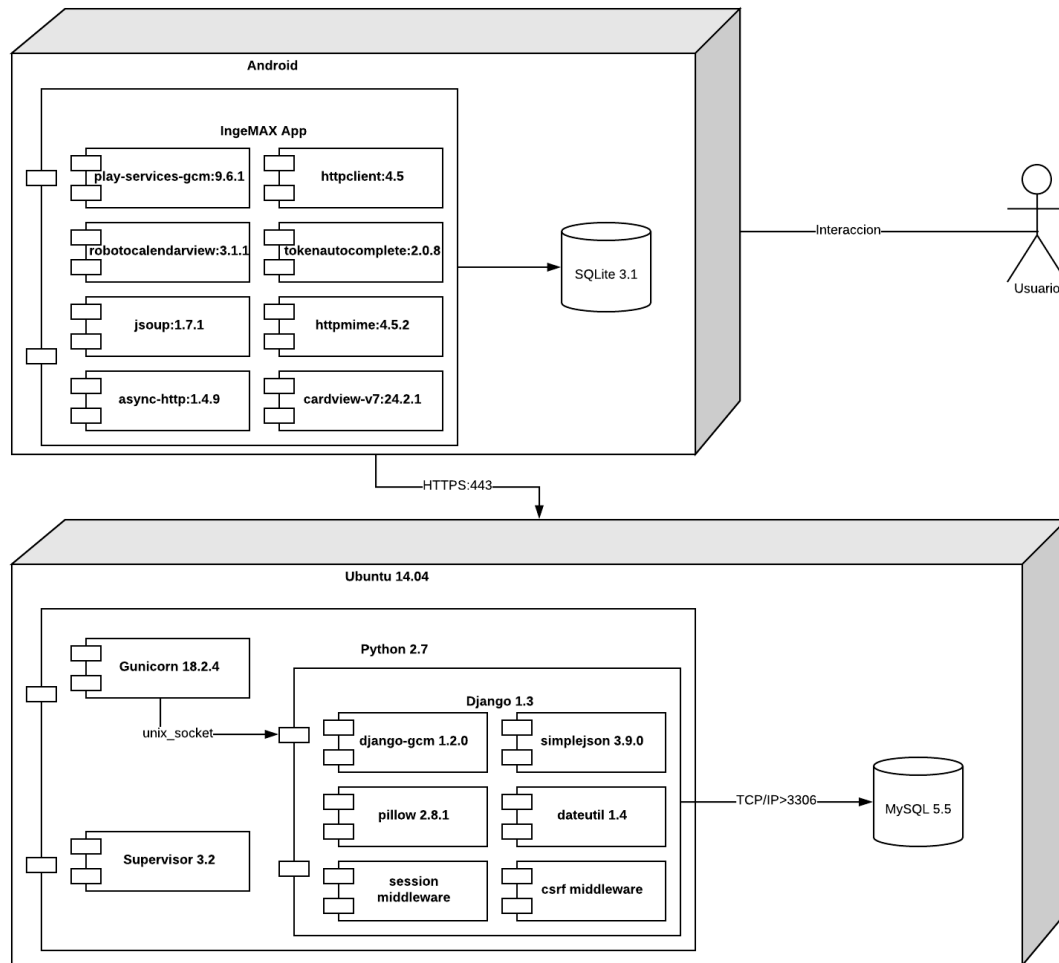
Entonces para poder Iniciar sesión, desde la aplicación y capturar los Token necesarios para la autenticación de usuarios, se realizara una petición GET con los datos de usuario, posteriormente se capturaran los datos del Http Response y se almacenaran en la base de datos del dispositivo móvil con el fin de mantener la sesión activa. Estos datos se agregaran a las Cookies del Http Request de las peticiones POST para que el servidor la acepte y los datos puedan ser procesados.

#### **4.1.4 Arquitectura**

Para la comunicación entre las dos aplicaciones se define la siguiente arquitectura.

En la figura 27, se muestra la arquitectura para comunicar las dos herramientas (IngeMAX ERP existente en la empresa Gerpro, con IngeMAX App desarrollada en este proyecto). La aplicación móvil está desarrollada en Android y utiliza SQLite como motor de base de datos.

**Figura 27. Diagrama de Despliegue**



**Fuente: Autor.**

IngeMAX APP, utiliza diferentes librerías que permiten funciones que mejoran la experiencia del usuario. PlayServicesGcm, permite interactuar con las API de Google que gestiona las notificaciones push en IngeMAX APP conocido como Google Cloud Messaging (GCM).

Gracias al módulo Http Client las peticiones HTTP pueden ser tratadas de una forma sencilla. La comunicación se realiza por medio del protocolo HTTPS.

El servidor sistema operativo Ubuntu 14.04, en este se encuentra instalado IngeMAX ERP que está escrito en Python 2.7 y se apoya en el framework Django 1.3.

Se utilizan librerías para el tratamiento de imágenes ***pillow***, fechas ***dateutil***, formato JSON ***simplejson***. Envío de notificaciones push a la aplicación móvil ***dajango-gcm*** y los componentes encargados de administrar las sesiones y la seguridad de las peticiones ***SessionsMiddleware*** y ***CsrfViewMiddleware*** respectivamente.

## **4.2 Generalidades Aplicación Móvil:**

IngeMAX APP, está compuesta por dos módulos: La bitácora y La estructura de segregación de tareas (EDT) cada uno de los cuales cuenta con diferentes características y niveles de acceso que dependen de los roles de los usuarios dentro de IngeMAX ERP.

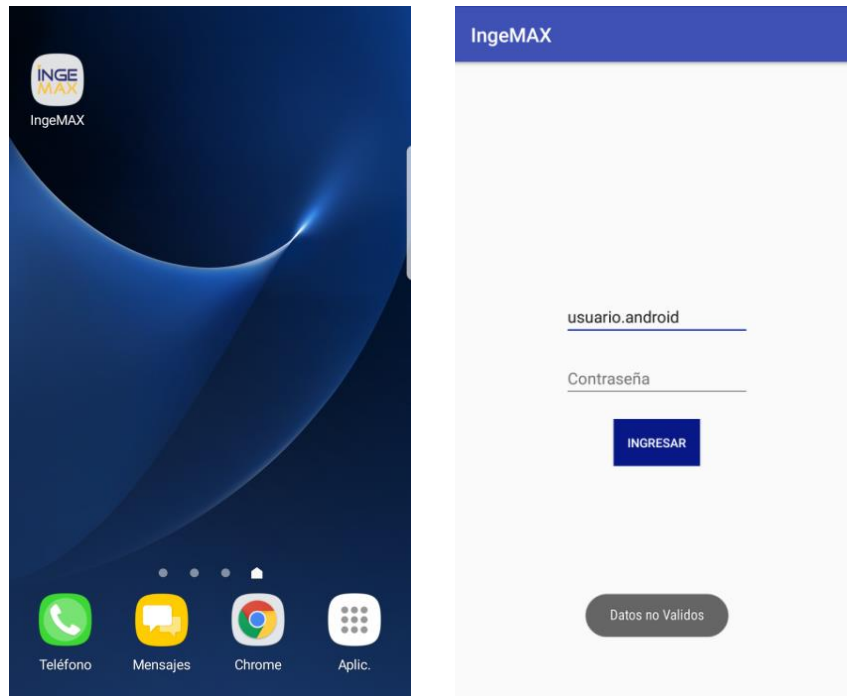
El módulo de la bitácora, es visible para las personas que tengan los permisos necesarios, estos son definidos según las políticas internas de cada una de las compañías y dentro de esta, también existen restricciones que limitan las funciones en la de la App.

En el EDT aparecen las tareas asignadas o creadas desde IngeMAX ERP para el usuario que ha iniciado sesión en la aplicación móvil. Dependiendo de la configuración de cada una de estas, aparecen diferentes menús y opciones para la gestión de la actividad.

### **4.2.1 Inicio de sesión:**

Con aplicación móvil sesión instalada, se crea el icono de IngeMAX en el listado de las aplicaciones del celular, como se puede observar en la figura 28.

**Figura 28. Icono App y pantalla de inicio de sesión**



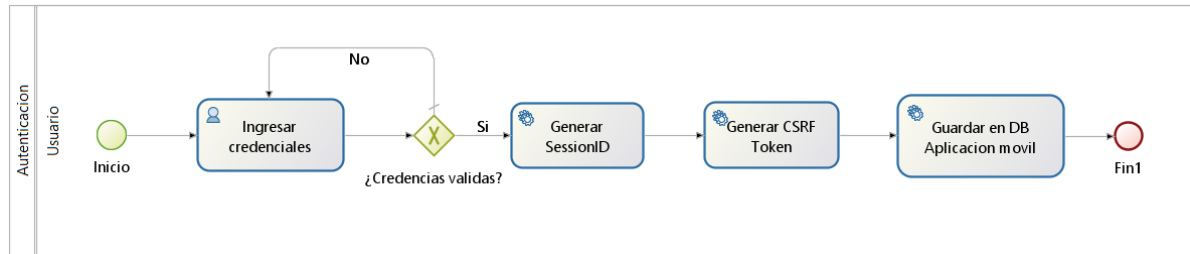
**Fuente: Autor.**

Al iniciar la aplicación “IngeMAX”, se puede ver la pantalla de inicio de sesión, donde los usuarios del sistema ingresan los datos de acceso.

Al ingresar datos erróneos, se muestra el mensaje de la figura 28, si los datos son correctos, Se guardan en la base de datos de la aplicación móvil el ***csrftoken***, ***sessionid*** como se describe en la Figura 29. Las credenciales del usuario son guardadas en la base de datos de la aplicación móvil con el fin de mantener activa la sesión si la aplicación se cierra o el teléfono se apaga



**Figura 29. Diagrama de proceso inicio de sesión en IngeMAX App**



**Fuente: Autor.**

#### 4.2.2 Navegación Dentro de la Aplicación Móvil

Con el fin de que la experiencia para el usuario sea mejor, los procesos de la App son similares a los de IngeMAX ERP, cuando el usuario inicia sesión se ejecuta una petición POST, por medio de la cual se obtienen los proyectos a los que el usuario ha sido vinculado previamente, la respuesta de la petición, es un vector de diccionarios, cada uno de ellos contiene el identificador del proyecto, el nombre, y la Url del logo.

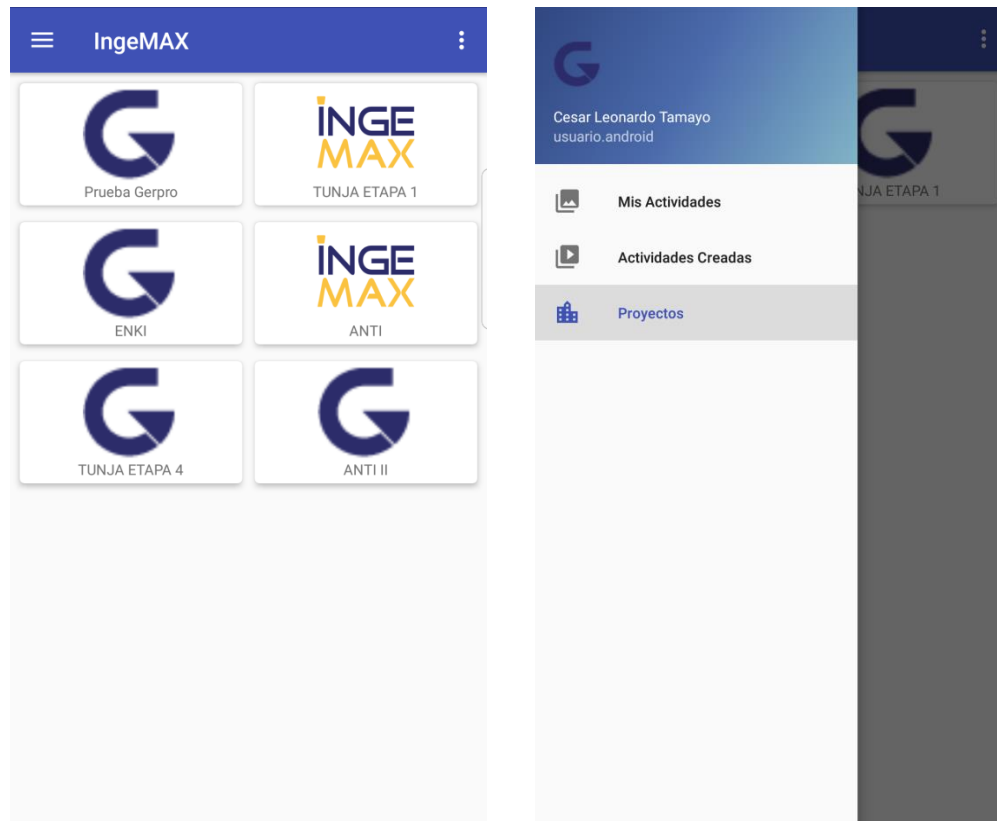
Posteriormente, los proyectos son listados en un Dashboard similar al de la aplicación web (ver Figura 6). En cada proyecto aparece el módulo de la bitácora correspondiente dependiendo de los permisos del usuario que haya iniciado sesión.

Para el modulo del EDT, se han creado dos opciones diferentes dentro de la aplicación móvil con el fin de facilitar su administración.

1. **Mis Actividades:** Son las tareas de las cuales el usuario es responsable las cuales pueden ser creadas por un tercero.
2. **Actividades Creadas:** Son las tareas que el usuario ha previamente creado en IngeMAX ERP.

En el menú lateral Figura 30 se puede acceder a los dos tipos de actividades y adicionalmente esta la opción para volver al Dashboard de Proyectos nuevamente

**Figura 30. Proyectos y Menú**



**Fuente: Autor.**

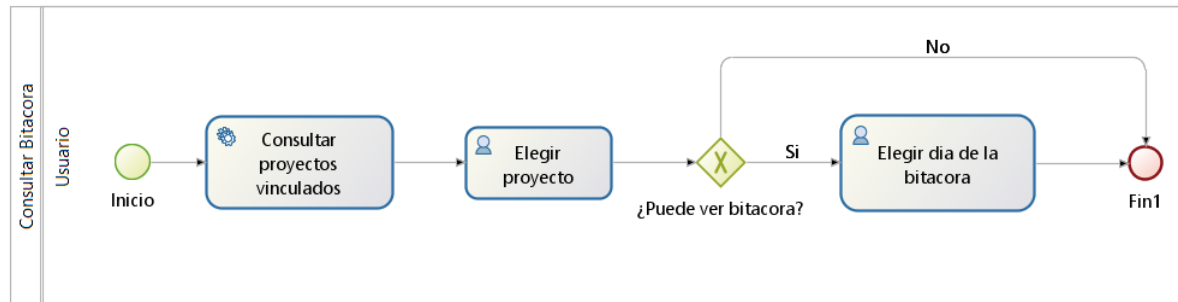
### **4.3 DESARROLLO MÓDULO BITÁCORA**

La Bitácora, es la herramienta que les permite a los encargados de una obra civil, registrar diariamente el avance de la construcción, además de factores adicionales que puedan suceder en el transcurso de la jornada laboral, los registros, pueden ser consultados por diferentes actores que intervienen en el proceso constructivo permitiéndoles conocer el avance de la obra desde un dispositivo móvil o un computador de escritorio. El acceso a las diferentes opciones de la aplicación, depende de los permisos que tenga el personal en la herramienta. Los usuarios

podrán realizar tres actividades concernientes a la bitácora en la aplicación móvil: Consultar bitácora, registrar actividades y registrar observaciones, las cuales se describen a continuación.

1. **Consultar bitácora:** El personal de las compañías constructoras pueden consultar los avances de la obra en un día específico como se observa en la figura 34.
2. **Registrar Actividades:** Los encargados de la obra civil, registran las actividades constructivas realizadas en el día, soportadas por medio de un registro Fotográfico
3. **Registrar Observaciones:** Diferentes actores que intervienen en la obra registran información adicional que la empresa requiera dentro del proceso constructivo.

**Figura 31. Proceso Consultar Bitácora**

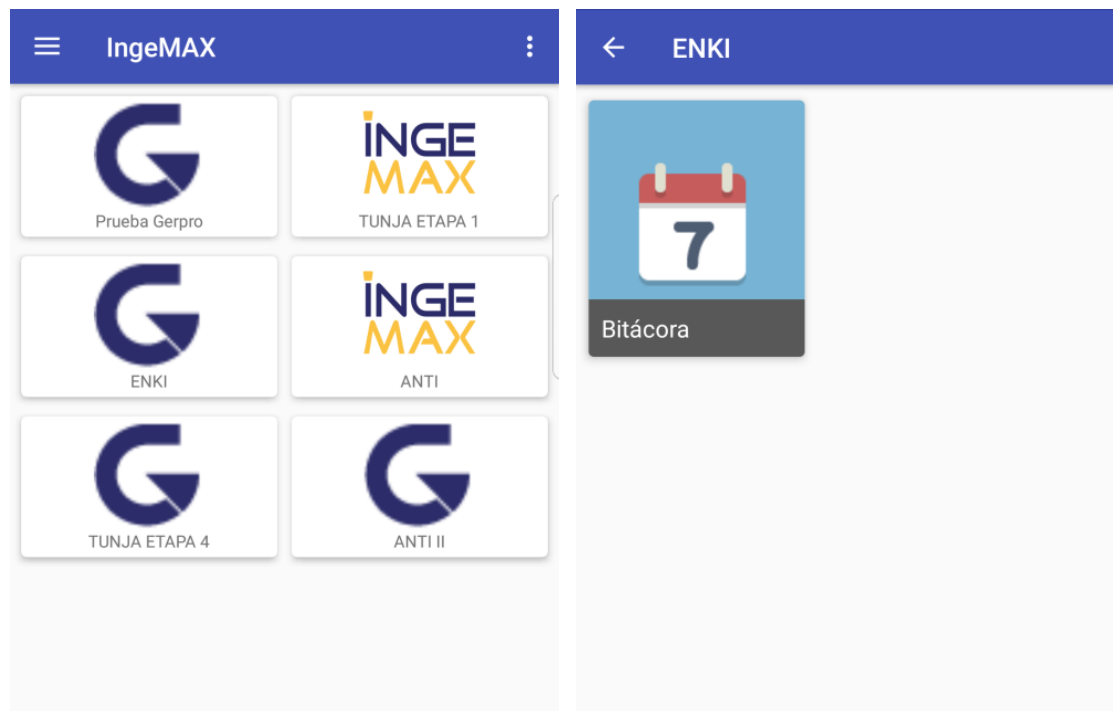


**Fuente: Autor.**

En la aplicación móvil desarrollada, el usuario ingresa a la bitácora del proyecto que requiera, siempre y cuando haya sido vinculado previamente a este y tenga los permisos necesarios, posteriormente elige el día del cual requiera hacer la consulta como se describe en la Figura 31.

Al seleccionar cualquier proyecto se pueden observar los módulos de IngeMAX ERP a los cuales se tenga acceso (ver figura 32)

**Figura 32. Proyectos y Bitácora Móvil**



**Fuente: Autor**

La bitácora, tiene el mismo icono que en la aplicación web, fomentando la consistencia en la Interfaz Gráfica de usuario de IngeMAX, en sus diferentes módulos; al seleccionar el ícono, aparecerán en el calendario resaltados los días en los cuales exista bitácora, como se muestra en la figura 33.

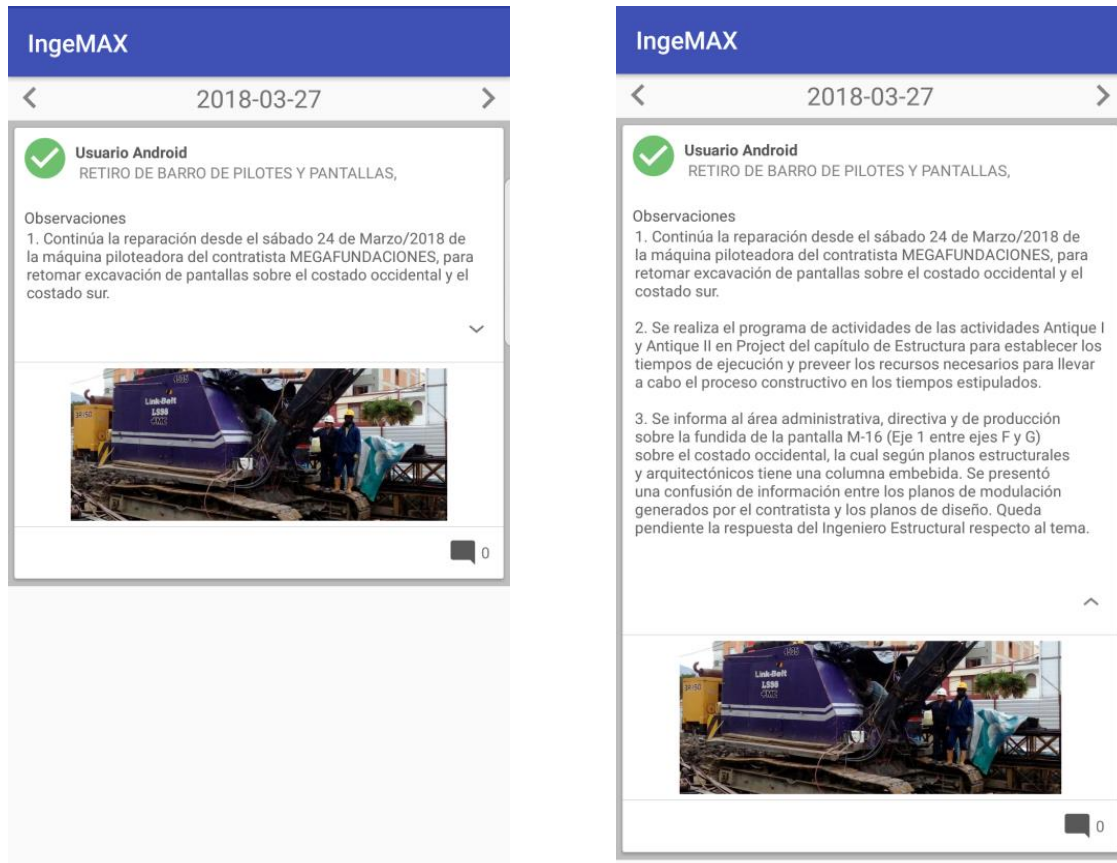
**Figura 33. Calendario Bitácora**



**Fuente: Autor**

Para consultar la bitácora, la aplicación permite navegar entre los meses de forma rápida y se selecciona el día que tenga registros. La aplicación genera una petición POST que lleva en su Request el día y el proyecto del cual se hace la consulta, cada registro puede contener varias fotos que serán visibles para el usuario en forma de un carrusel de imágenes, cada una genera otra petición al servidor, con el fin de no saturar la aplicación y que funcione con mayor velocidad, adicionalmente, los Registros que tengan descripciones largas podrán ser maximizados y minimizados como se observa en la figura 34.

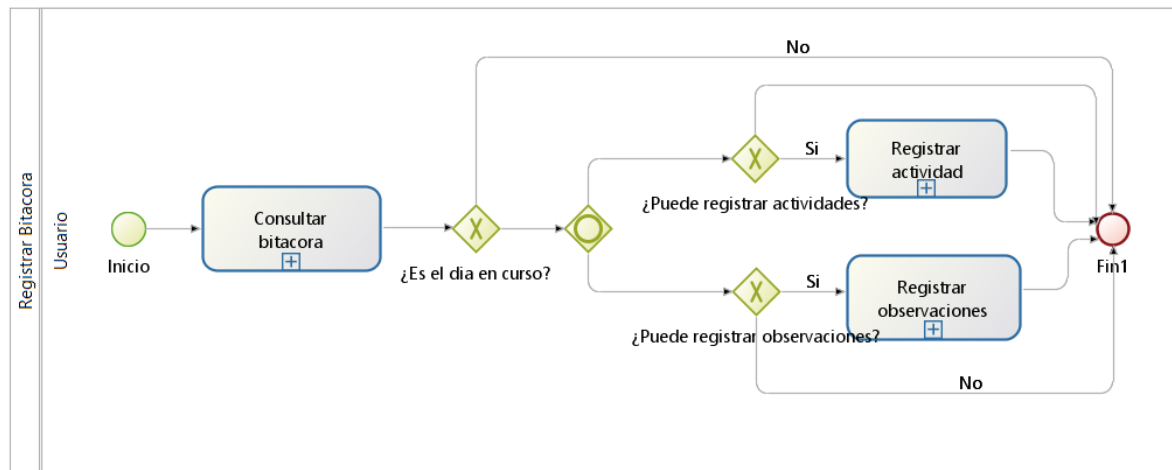
**Figura 34. Ver Bitácora y Bitácora Extendida.**



**Fuente: Autor**

El Registro de la bitácora, se divide en los dos procesos mencionados anteriormente (Registrar Actividades y Registrar Observaciones). Cada uno de estos depende de lo permisos del usuario en IngeMAX ERP como se explica en el proceso de la figura 35



**Figura 35. Proceso Registrar Bitácora**



**Fuente: Autor.**

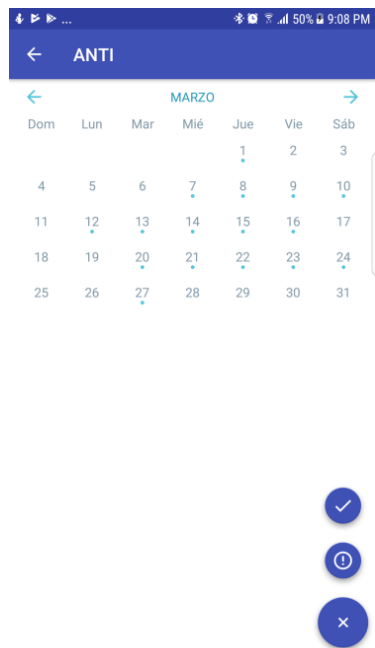
Cada uno de los diferentes registros tiene un icono ver tabla en la aplicación móvil como puede verse en la figura 36, dependiendo de los permisos del usuario y del tipo de registro que se vaya a hacer

**Tabla 9 Iconos Registros Bitácora**

Icono	Opción
	Registrar Actividades ejecutadas
	Registrar Observaciones

**Fuente: Autor.**

**Figura 36. Tipos de registros**

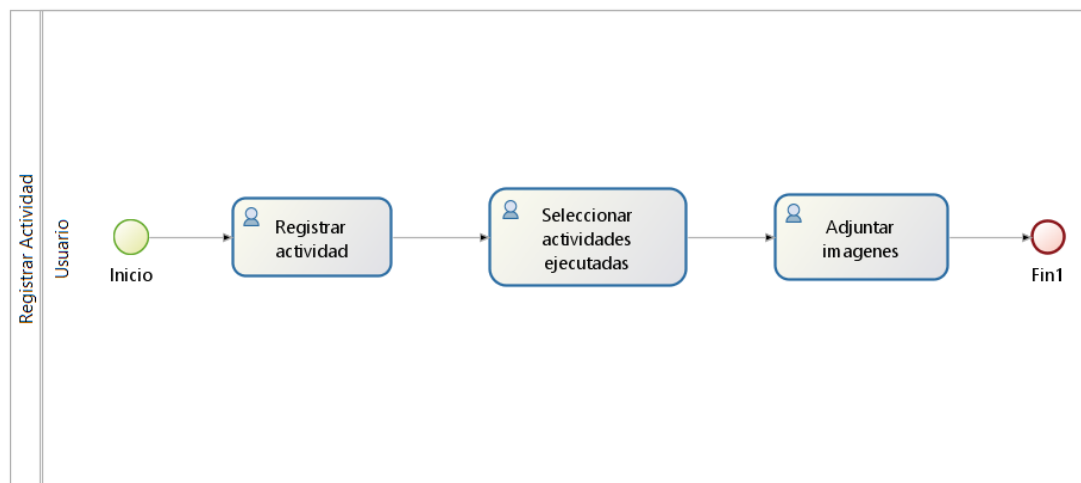


**Fuente: Autor**

El Registro de actividades ejecutadas quedará con la fecha del día en curso y debe contener una actividad ejecutada, una descripción y una o más fotos como soporte, como se describe en el diagrama de la figura 37.



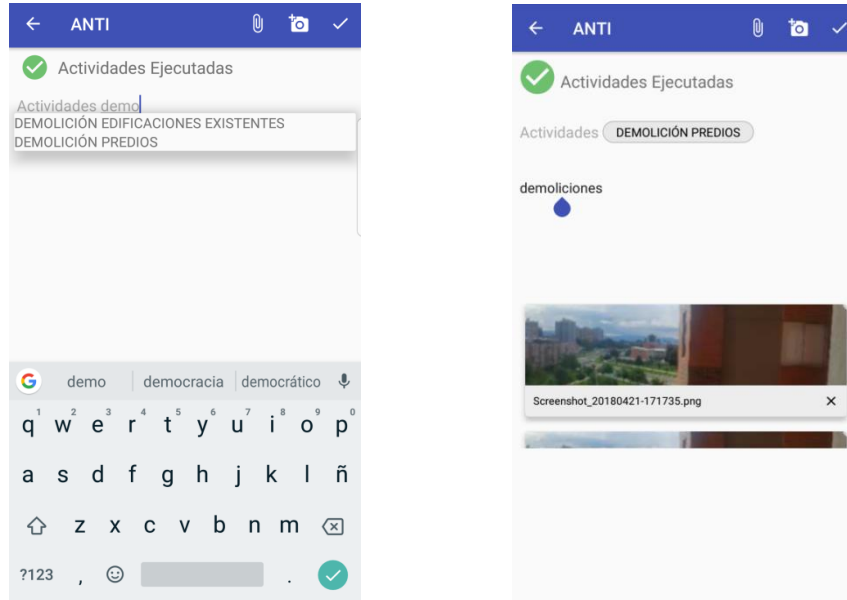
**Figura 37. Proceso Registrar actividad**



**Fuente: Autor**

Al seleccionar la opción de “Actividades ejecutadas”, se hace una petición al servidor, en la cual se consultan las actividades constructivas definidas para ese proyecto, luego se seleccionan las actividades, posteriormente se registra lo, sucedido en el día y se agregan las fotos que sean necesarias para el registro, es posible adjuntar fotos que ya están almacenadas o tomarlas con la cámara del dispositivo móvil de que dispone el usuario como se describe en la figura 38

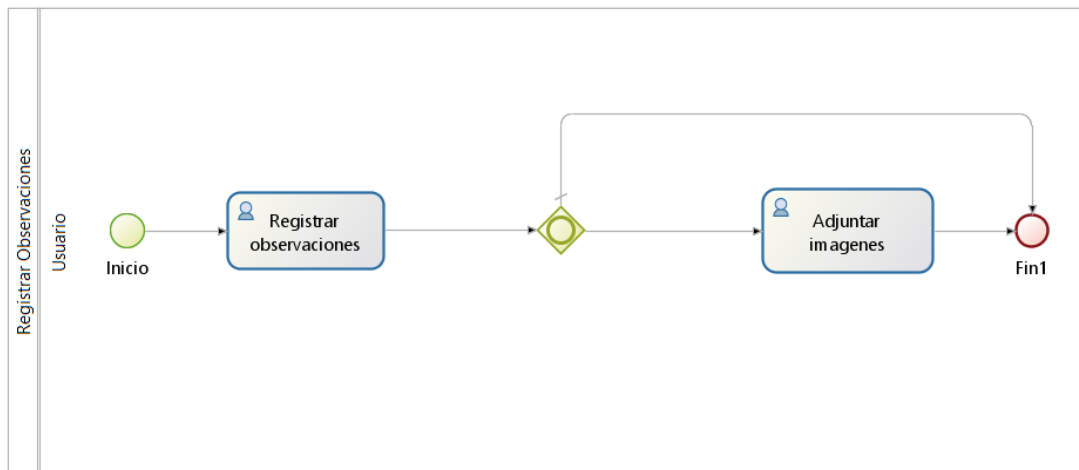
**Figura 38. Actividades Ejecutadas y Registro Fotográfico.**



**Fuente: Autor**

El Registro de observaciones (ver figura 40), concierne a diversos factores que puedan suceder en la jornada, como accidentes en la obra, el clima, personal dentro de la obra, o toda aquella información adicional que la empresa requiera controlar en el día.

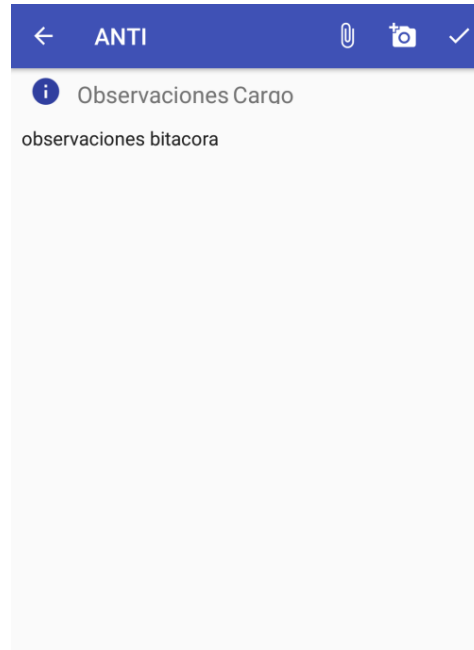
**Figura 39. Proceso Registrar Observaciones**



**Fuente: Autor**

El Registro se hace con el cargo del usuario y a diferencia del registro de actividades, en este tipo de registro no hay actividades constructivas y las fotografías son opcionales como se describe en la figura 39.

**Figura 40. Registro observaciones**



**Fuente: Autor.**




Con el módulo de la bitácora móvil, el personal de la obra puede registrar al instante cualquier suceso ocurrido en la obra por medio de un dispositivo móvil que tenga acceso a internet, lo que facilita los encargados de la construcción de la obra la interacción con IngeMAX ERP.

#### **4.3 DESARROLLO MODULO ESTRUCTURA DE SEGREGACIÓN DE TAREAS (EDT)**

El EDT, es un módulo de IngeMAX ERP, que permite a las compañías constructoras, crear una estructura jerárquica de tareas, las cuales se convierten en entregables dentro de un proyecto de construcción. Cada tarea tiene un usuario responsable, usuario creador, descripción, nombre, código, una fecha de inicio y

una fecha límite de realización según estas fechas la tarea se puede encontrar en tres estados diferentes como se describe en la tabla 9.

**Tabla 10 Estados Actividades**

Icono	Descripción
	En proceso: Cuando la fecha actual se encuentra en el rango de la fecha de inicio y la fecha límite de realización
	Realizada: Cuando la tarea ha sido terminada
	Atrasada: Cuando la fecha actual ha superado la Fecha límite de realización

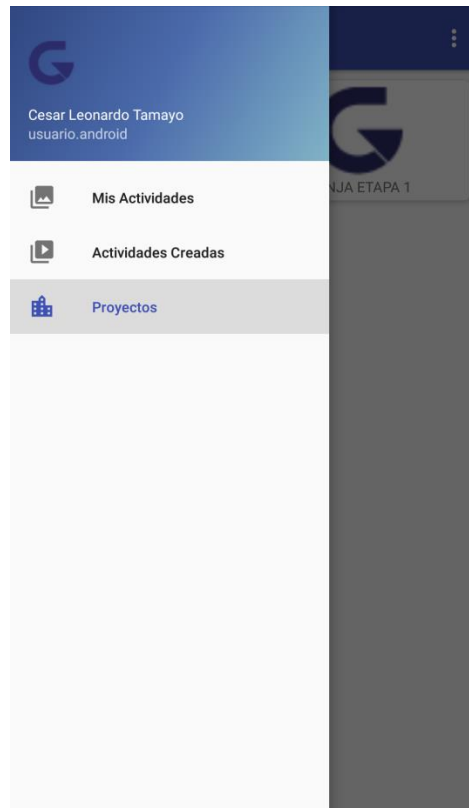
**Fuente Autor.**

De igual manera, cada tarea tiene diferentes procesos:

1. **Registrar Avance:** Las tareas en el ETD pueden ser complejas y requerir diferentes avances en el tiempo de ejecución, estos avances son registrados por el usuario responsable o el usuario creador.
2. **Editar Tarea:** Cambia la información previamente registrada en caso de algún error
3. **Finalizar Tarea:** Cuando la tarea se ha completado, es necesario indicarle al sistema que la tarea ha finalizado de lo contrario, al exceder la fecha límite, la tarea quedara atrasada

En el menú lateral se puede acceder a las tareas de IngeMAX ERP por medio de las opciones de “Mis Actividades” y “Actividades creadas”, como se observa en la figura 41.

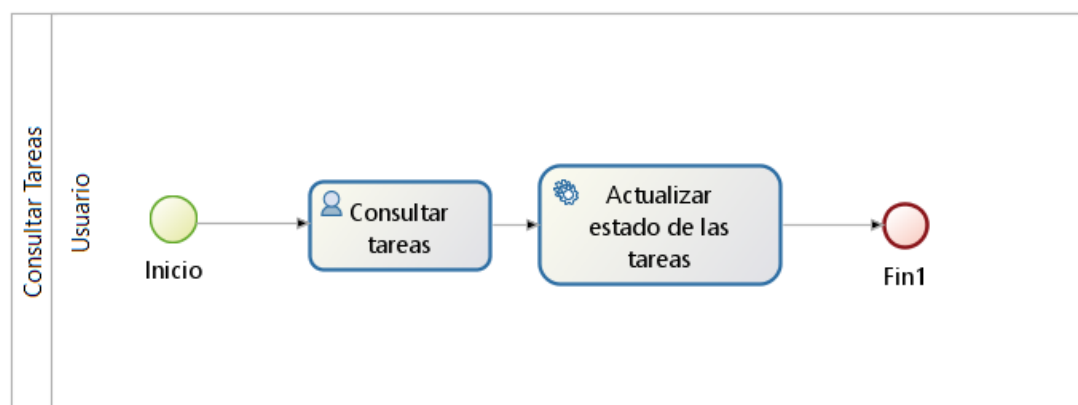
**Figura 41. Menú Lateral IngeMAX App**



**Fuente: Autor.**

Al seleccionar la opción de “Mis Actividades”, se hace una petición POST al servidor, en la que se consultan todas las actividades que han sido designadas al usuario como se describe en el diagrama de la figura 42.

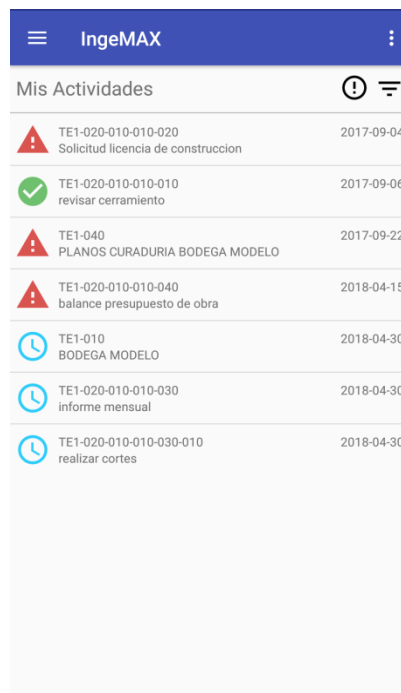
**Figura 42. Proceso Consultar Tareas**



**Fuente: Autor.**

El servidor devuelve las tareas como un JSON en forma de vector, en el cual, cada actividad es un diccionario compuesto por el identificador de la actividad, el nombre el código y la fecha límite; este JSON es procesado por la aplicación móvil para poder mostrar las actividades ordenadas por fecha y catalogadas según su estado, como se puede observar en la figura 43

**Figura 43. Mis actividades**

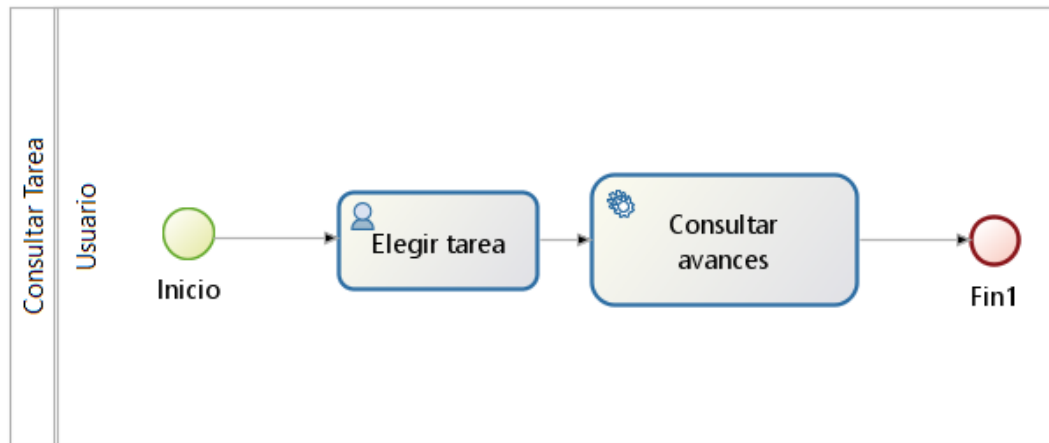


IngeMAX		
Mis Actividades		
⚠️	TE1-020-010-010-020 Solicitud licencia de construccion	2017-09-04
✅	TE1-020-010-010-010 revisar cerramiento	2017-09-06
⚠️	TE1-040 PLANOS CURADURIA BODEGA MODELO	2017-09-22
⚠️	TE1-020-010-010-040 balance presupuesto de obra	2018-04-15
🕒	TE1-010 BODEGA MODELO	2018-04-30
🕒	TE1-020-010-010-030 informe mensual	2018-04-30
🕒	TE1-020-010-010-030-010 realizar cortes	2018-04-30

**Fuente: Autor.**

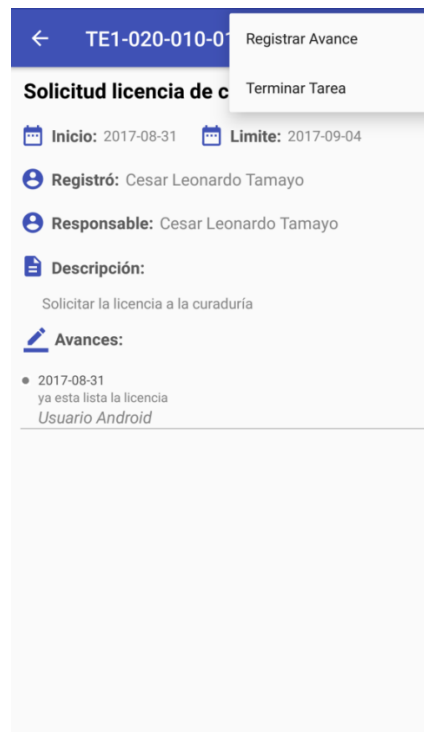
Al seleccionar alguna actividad del listado, se lanza una petición al servidor, para obtener todos los datos adicionales y sus avances respectivos como se describe en el proceso de la figura 44.

**Figura 44. Proceso Consultar Avances.**



**Fuente: Autor.**

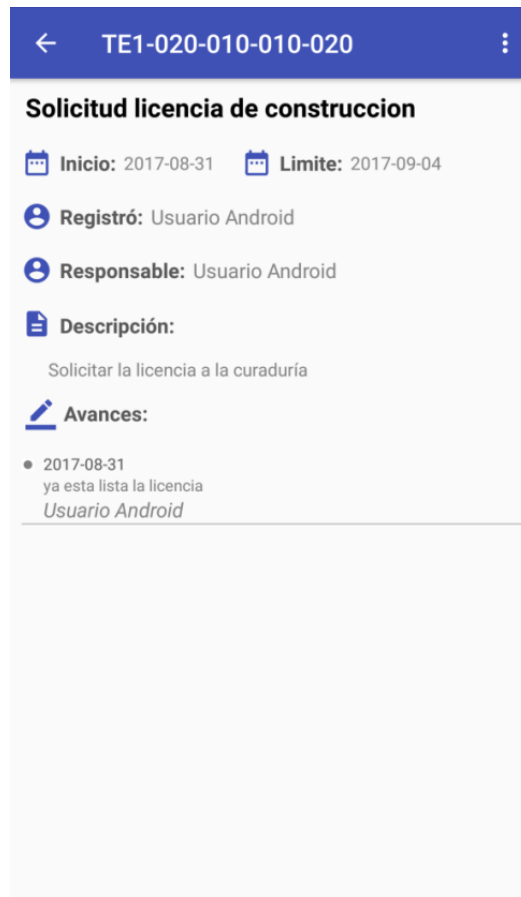
**Figura 45. Menú Mis Actividades.**



**Fuente: Autor.**

La información de cada una de las tareas es visible (ver figura 46) con las diferentes opciones: Registrar Avance, Editar y Terminar tarea, que serán visibles según los niveles de acceso que tenga cada usuario en la Actividad (ver figura 45)

**Figura 46. Ver Actividad.**

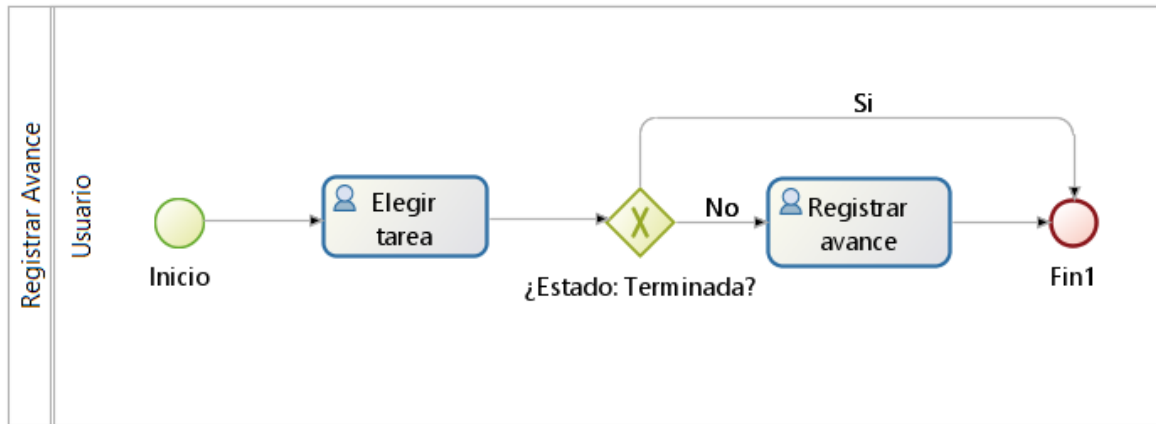


**Fuente: Autor.**

El usuario podrá registrar un avance de la tarea siempre y cuando la tarea no esté “Terminada” como se observa en el diagrama de la figura 48.



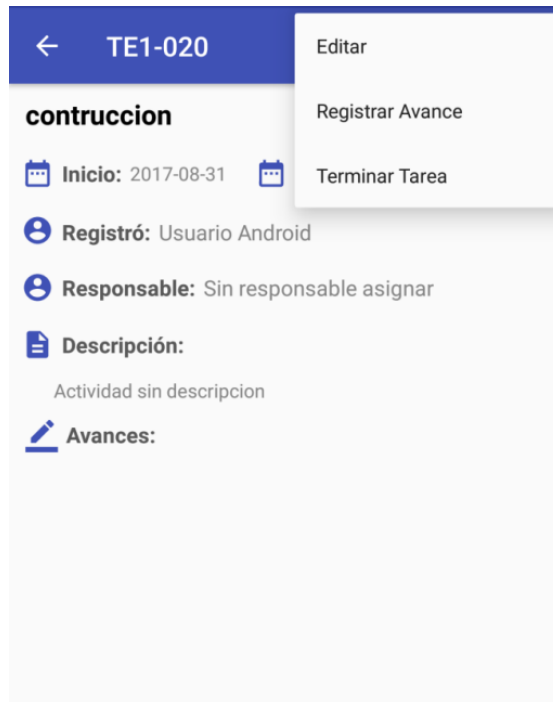
**Figura 47. Proceso Registrar Avance**



**Fuente: Autor.**

Adicionalmente, las actividades que aparecen en la sección 'Mis Actividades', son las actividades creadas por el usuario que ha iniciado sesión en la aplicación móvil y en el menú aparece la opción de "Editar" como se describe en la figura 48.

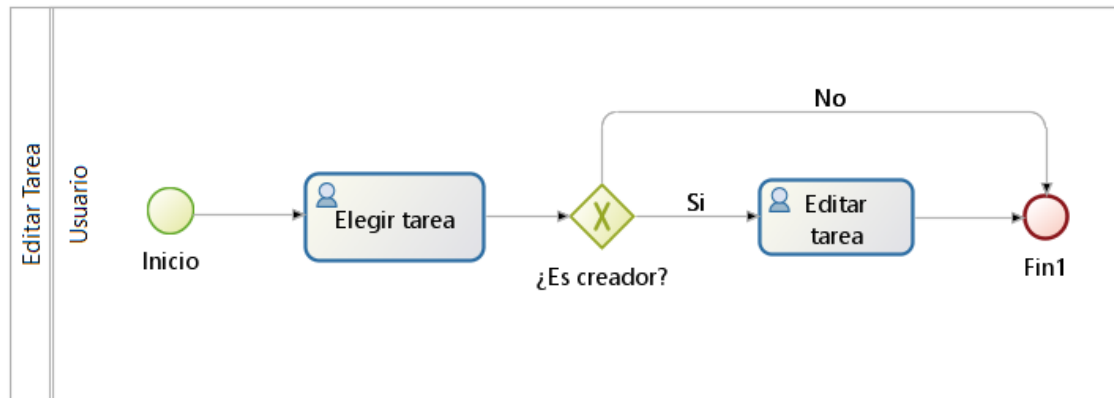
**Figura 48. Menú Actividades Creadas.**



**Fuente: Autor.**

La aplicación permite editar el nombre, las fechas y la persona responsable de la actividad (ver figura 50), siempre y cuando el usuario sea el creador de la tarea como se explica en el diagrama de la figura 49, el listado de usuarios responsables, se obtiene consultando los usuarios activos de IngeMAX ERP.

**Figura 49. Proceso Editar Actividad**



**Fuente: Autor**

**Figura 50 Editar Actividad**

La interfaz de usuario muestra un formulario de edición con los siguientes campos:

- Código:** 020
- Nombre:** contruccion de obra
- Inicio:** 2017-08-31
- Límite:** 2018-04-30
- Responsable:** Sin responsable asignar

En la parte inferior, se muestra un teclado virtual con sugerencias de palabras: obra, obras, obrar.

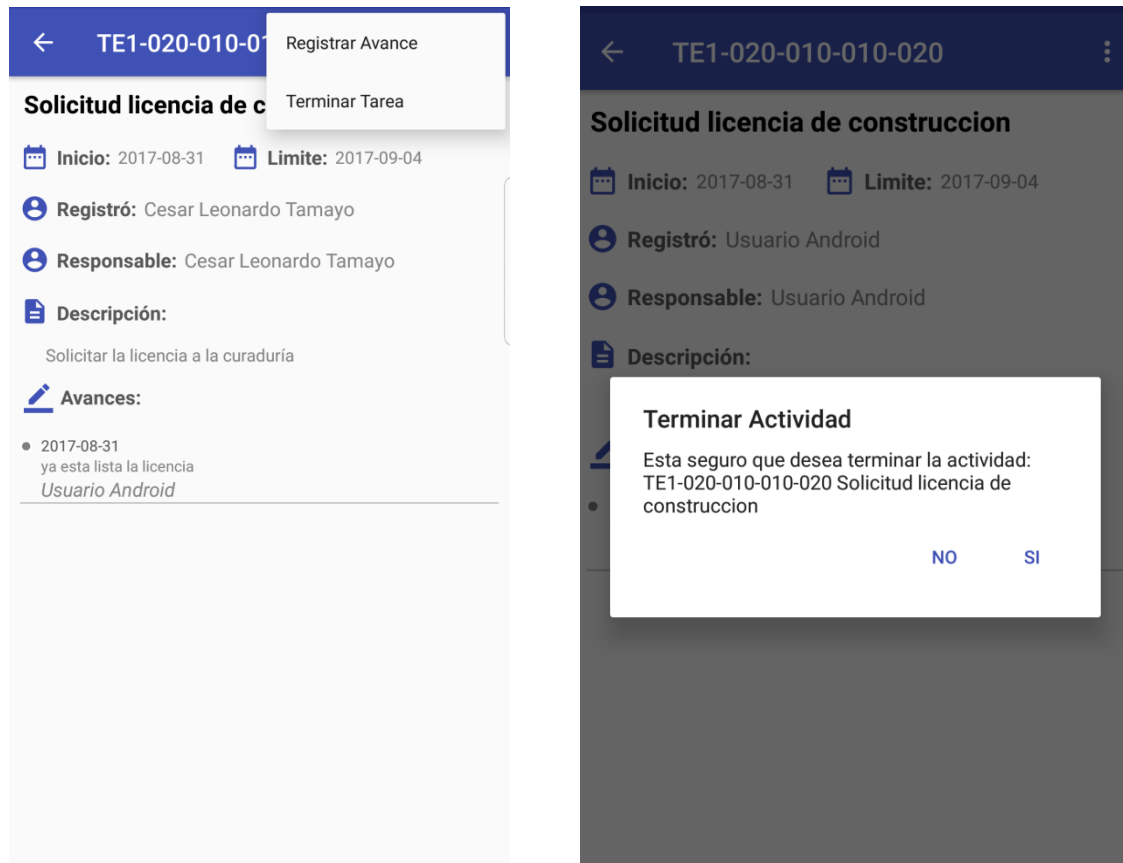
La lista de usuarios disponibles para asignar es la siguiente:

- LUISA FERNANDA MORA TROCOSO
- Laura Catalina Cabrera Herrera
- Laura Lorena Sanchez Perdomo
- MARIA ISABEL GARCIA MORENO
- Mauricio Valencia
- OMAR ALEJANDRO PEREZ NIÑO
- Pablo enrique Carrero Carrera
- Ricardo Lopez Roriguez
- Usuario Android
- Viviana Carolina Ustariz Prada
- WILLIAMS FELIPE PULIDO ACHURY
- Yohana Ruiz Rincon
- admin admin

**Fuente: Autor**

Finalmente Cuando la tarea se ha completado, es posible Terminar la Tarea desde el menú, como se describe en la figura 51.

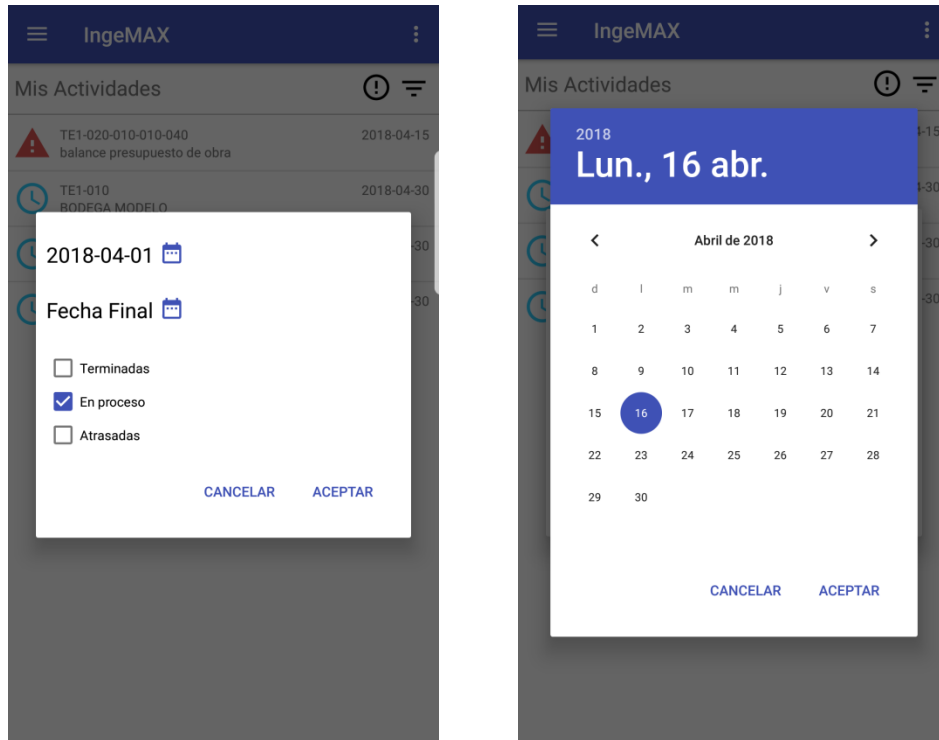
**Figura 51. Terminar Actividad**



**Fuente: Autor**

Para gestionar y consultar rápidamente las tareas según el usuario lo requiera, se agrega un filtro que permite buscar por los estados la fecha de inicio o la fecha límite como se puede observar en la figura 52, opción que facilita la gestión de las actividades por parte de los usuarios.

**Figura 52 Filtros Actividades**



**Fuente: Autor**

Es pertinente aclarar, que los únicos datos que son guardados en la base de datos de la aplicación móvil (IngeMAX App) son los datos del usuario, el resto de información, es consultada por medio de peticiones al servidor, con el fin de tener siempre los datos actualizados y en tiempo real en IngeMAX ERP.

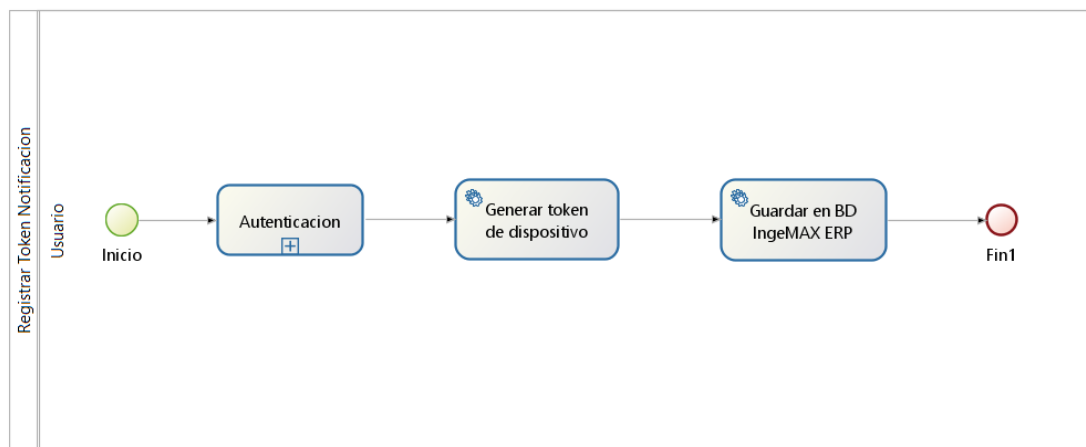
De esta forma el Módulo del EDT (Estructura de Segregación de Tareas), permite a los usuarios de IngeMAX, administrar las tareas desde un Dispositivo Android, facilitando los procesos y evitando posibles atrasos.

## 4.5 NOTIFICACIONES PUSH

La aplicación móvil permite a los empleados de la compañía, interactuar en tiempo real con el sistema de información, para esto se utilizan las notificaciones de Android, por medio de ellas el usuario está al tanto de los sucesos dentro del sistema.

Al iniciar sesión en el dispositivo de Android, se genera un Token del dispositivo, que básicamente es un identificador del celular en el cual se ingresa a la aplicación móvil. Cuando el Token es generado, es enviado por medio de una petición al servidor de Django. El y el usuario son almacenados en la base de datos de IngeMAX ERP como se describe en el diagrama de la figura 53, para que posteriormente pueda ser consultado en la aplicación web.

**Figura 53. Proceso Registrar Token Dispositivo**



**Fuente: Autor.**

Google Cloud Messaging es (GCM) es un servicio que permite el envío de notificaciones desde IngeMAX ERP a la aplicación móvil, y la librería **dajango-gcm**, se encarga de la interacción entre las dos tecnologías. Para poder generar las notificaciones, se necesitan cuatro parámetros.

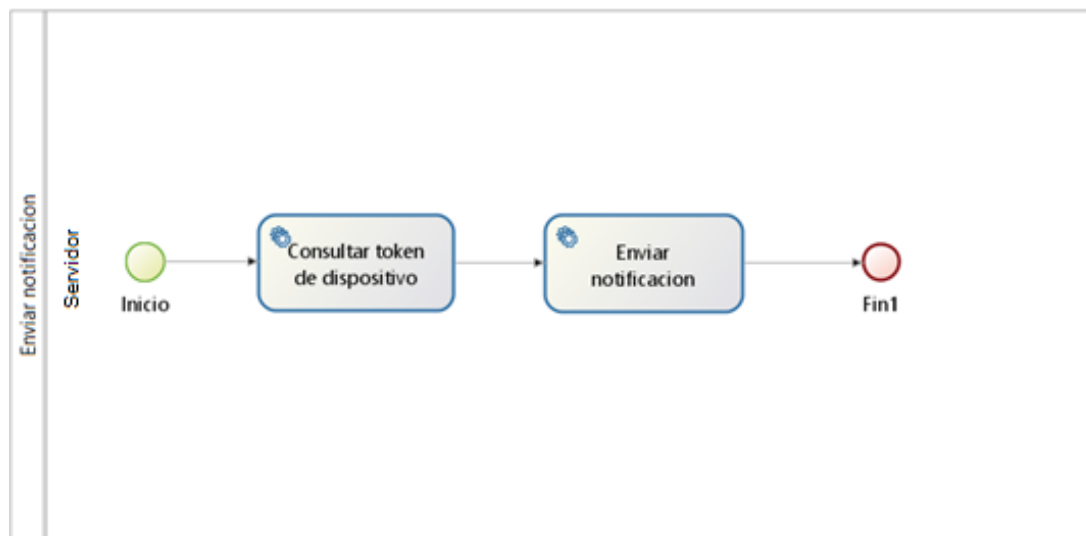
1. **API KEY:** Es una llave generada por el servicio GCM que identifica la aplicación web

2. **Token del dispositivo:** Es el identificador del celular, que es almacenado en la base de datos al iniciar sesión en la aplicación móvil
3. **Usuario:** El usuario al que se le va a enviar la información.
4. **Datos:** La información que contiene la notificación.

Para enviar una notificación, la aplicación consulta el Token del dispositivo correspondiente al usuario que se va a notificar, por medio de este se envía la notificación al dispositivo figura 54

La aplicación móvil, posee un servicio que se encarga de recibir las notificaciones para poder mostrarlas en el celular.

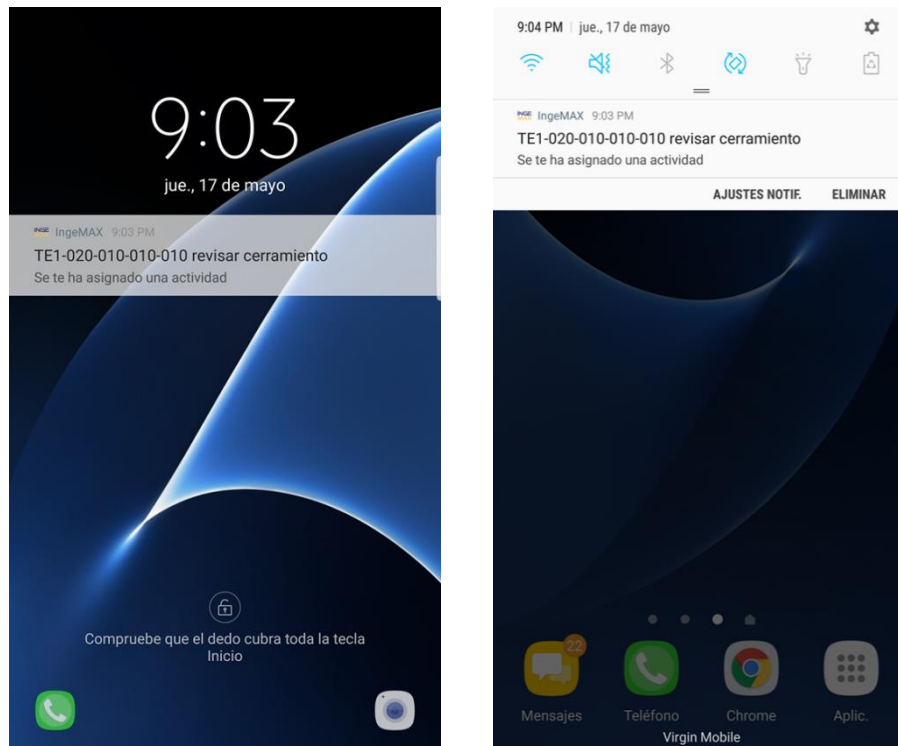
**Figura 54. Envió Notificaciones Push**



**Fuente: Autor**

Las notificaciones son mostradas en la pantalla de bloqueo de dispositivo móvil, además el icono será visible en la parte superior de la pantalla con el logo de IngeMAX mientras la notificación no sea revisada ver figura 55.

**Figura 55 Notificaciones Push**



**Fuente: Autor**

Una vez la notificación llega al dispositivo, le permite al usuario navegar a la pantalla de la aplicación que brinde la información contenida en ella como se muestra en la figura 56.

**Figura 56 Evento notificación**

The screenshot displays a mobile application interface for a notification event. At the top, a blue header bar contains a back arrow and the ID 'TE1-020-010-010-010'. The status bar at the very top shows system icons and '78% 9:04 PM'. The main content area has a light gray background and contains the following elements:

- revisar cerramiento**: The title of the event.
- Inicio:** 2017-08-31 and **Limite:** 2017-09-06, each preceded by a calendar icon.
- Registró:** Usuario Android, preceded by a person icon.
- Responsable:** Usuario Android, preceded by a person icon.
- Descripción:** Preceded by a document icon, with the text 'Actividad sin descripcion' below it.
- Avances:** Preceded by a pencil icon, followed by a list of updates:
  - 2017-08-31  
hoy se revisó el tramo norte del cerramiento, encontrandose en buen estado  
*Usuario Android*
  - 2017-08-31  
hoy se revisó todo el cerramiento y quedó en perfectas condiciones  
*Usuario Android*

**Fuente: Autor**

El sistema de notificaciones permite a los usuarios interactuar en tiempo real con el modulo del EDT. Informando sobre los avances o la terminación de las tareas facilitando el acceso a la información concerniente a sus labores dentro de la organización.



## 4.6 VALIDACIÓN DE LOS MÓDULOS

Una vez desarrollada la aplicación, se validan las funcionalidades y la interacción de la aplicación móvil con cada uno de los módulos según la metodología propuesta:

### 4.6.1 Pruebas Segunda Iteración

En la versión de la aplicación obtenida en la segunda iteración de la metodología propuesta, se desarrolló el inicio de sesión y el Dashboard con los proyectos de cada usuario, se realizaron pruebas de funcionalidad, unitarias y de integración en el sistema IngeMAX ERP, como se describen en la tabla 10. Las pruebas en esta iteración fueron ejecutadas por el equipo de desarrollo

**Tabla 11 Pruebas Segunda Iteración**

Nro Prueba	Funciones	IngeMAX App	IngeMAX ERP
1	Inicio de sesión	✓	✓
2	Credenciales Incorrectas	✓	✓
3	Validación de permisos por usuario	✓	✓
4	Obtener Proyectos Vinculados	✓	✓
5	Logos Proyectos	x	✓

**Fuente: Autor**

En los resultados obtenidos en la primera fase de pruebas, se pudo observar que los logos de los proyectos no eran mostrados en la aplicación móvil debido a que en la petición que se generaba para obtener la imagen, no se estaban agregando en las cookies los tokens requeridos por el servidor (csrftoken, sessionid).

#### 4.6.2 Pruebas tercera iteración.

Para la tercera iteración, se corrigen los errores obtenidos anteriormente y se ejecutan las pruebas que se explican en la tabla 11, estas pruebas fueron realizadas por el equipo de desarrollo.

**Tabla 12 Pruebas Tercera Iteración**

Nro Prueba	Funciones	IngeMAX App	IngeMAX ERP
5	Logos Proyectos (Corrección)	✓	✓
6	Ver Modulo Bitácora	✓	✓
7	Ver Calendario Bitácora con días resaltados	✓	✓
8	Obtener tipos de registro de la bitácora según permisos	✓	✓
9	Obtener Actividades Constructivas por proyecto	x	✓
10	Registrar Actividades Ejecutadas	x	✓
11	Registrar Observaciones	✓	✓
12	Ver Bitácora del día	✓	✓

**Fuente: Autor.**

Para las pruebas obtenidas en la segunda iteración, se encontró que las actividades constructivas de la prueba No 9 no correspondían a la del proyecto seleccionado, además, al momento no están llegando al servidor las fotografías de los registros de la bitácora. Para solucionarlo, se planea verificar que en el Request de la petición Http se estén enviando correctamente los archivos y la forma en la que se están recibiendo en el servidor.

#### 4.6.3 Pruebas Cuarta Iteración.

En la cuarta iteración se solucionan los errores encontrados, se desarrolla el modulo del ETD y se ejecutan las pruebas con un usuario de IngeMAX ERP. En esta Iteración repiten las pruebas de las tablas 10 y 11. Adicionalmente se ejecuta el plan de pruebas mencionadas en la tabla 12 pertinentes al módulo de la estructura de segregación se tareas

**Tabla 13 Pruebas cuarta Iteración**

Nro Prueba	Funciones	IngeMAX App	IngeMAX ERP
9	Obtener Actividades Constructivas por proyecto (Corrección)	✓	✓
10	Registrar Actividades Ejecutadas (Corrección)	✓	✓
13	Obtener Tareas Creadas	✓	✓
14	Obtener Tareas Asignadas	✓	✓
15	Ver tarea	✓	✓
16	Obtener Avances Tarea	x	✓
17	Registrar avance	x	✓
18	Terminar Actividad	✓	✓
19	Filtrar actividades por fechas y estados	✓	✓
20	Terminar Actividad	✓	✓
21	Envío de notificaciones desde IngeMAX ERP		x
22	Envío de notificaciones desde IngeMAX APP	x	

**Fuente: Autor.**

Los resultados de las pruebas del módulo del EDT, presentaron conflictos respecto a los avances de las tareas, debido a posibles errores de Sintaxis en la aplicación Móvil. La solución de estos errores se planea para la última iteración de la metodología.

#### 4.6.4 Pruebas Quinta Iteración.

Para la quinta iteración fueron corregidos todos los errores encontrados anteriormente y se repitieron todas las pruebas para verificar que la aplicación cumpliera con las funciones propuestas.

**Tabla 14 Pruebas Finales**

Nro Prueba	Funciones	IngeMAX App	IngeMAX ERP
1	Inicio de sesión	✓	✓
2	Credenciales Incorrectas	✓	✓
3	Validación de permisos por usuario	✓	✓
4	Obtener Proyectos Vinculados	✓	✓
5	Logos Proyectos (Corrección)	✓	✓
6	Ver Modulo Bitácora	✓	✓
7	Ver Calendario Bitácora con días resaltados	✓	✓
8	Obtener tipos de registro de la bitácora según permisos	✓	✓
9	Obtener Actividades Constructivas por proyecto	✓	✓
10	Registrar Actividades Ejecutadas	✓	✓
11	Registrar Observaciones	✓	✓

12	Ver Bitácora del día	✓	✓
13	Obtener Tareas Creadas	✓	✓
14	Obtener Tareas Asignadas	✓	✓
15	Ver tarea	✓	✓
16	Obtener Avances Tarea	✓	✓
17	Registrar avance	✓	✓
18	Terminar Actividad	✓	✓
19	Filtrar actividades por fechas y estados	✓	✓
20	Terminar Actividad	✓	✓
21	Envío de notificaciones desde IngeMAX ERP		✓
22	Envío de notificaciones desde IngeMAX APP	✓	

**Fuente: Autor.**

#### **4.7 ENTREGA INGEMAX APP**

Se hace la entrega de la aplicación móvil desarrollada, por medio de un archivo “APK”, que se encuentra en el CD Anexo al proyecto (Ver Anexo a). Adicionalmente se desarrollaron los manuales de usuario de cada uno de los módulos (Anexo b y c) junto con el video del funcionamiento de la aplicación acorde a las necesidades como se puede observar en el “Anexo d”. Finalmente se presenta la carta de recibimiento a satisfacción por parte de la empresa **Gerpro S.A.S.**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Las tecnologías móviles permiten a las compañías optimizar procesos internos. Algunas herramientas del mercado actual, ofrecen aplicaciones móviles que facilitan la interacción de los usuarios finales con el sistema, lo que representa una ventaja competitiva para las empresas desarrolladoras de software y para los clientes de estas.

El desarrollo de un proyecto de obra civil, genera diferentes procesos internos dentro de las empresas constructoras, que competen a varias áreas de la compañía en diferentes momentos del ciclo de vida de la obra. El control dichos procesos y la comunicación entre las diferentes áreas que tienen que ver con el proyecto por medio de una aplicación móvil, aporta grandes ventajas en la ejecución de cualquier proyecto de construcción, facilitando las tareas operativas cotidianas, la administración de la información pertinente, disminuyendo los tiempos de búsqueda y resolviendo el problema de las distancias entre los centros de operaciones de las compañías y las obras.

IngeMAX ERP, aporta una serie de herramientas a las constructoras de obra civil, que permiten sistematizar los procesos de la construcción, entre ellos, el registro de bitácora de obra y la asignación de las tareas que surgen con los proyectos de construcción. Con el desarrollo de este trabajo se logró la interacción de los usuarios de IngeMAX ERP, por medio de una aplicación móvil que permita administrar operaciones cotidianas, como el registro diario de los avances de obra y la administración de las actividades de los trabajadores dentro de las organizaciones.

IngeMAX App, ofrece a los usuarios la posibilidad de estar informados en tiempo real por medio de las notificaciones push a sus dispositivos móviles, sobre los acontecimientos que tienen que ver con las tareas asignadas dentro de los

proyectos. Además permite a los encargados de la obra civil registrar desde un dispositivo móvil cualquier suceso de la jornada laboral.

IngeMAX App permite a las compañías constructoras optimizar los procesos diarios que se presentan a lo largo del ciclo de vida de un proyecto de construcción de obra civil, reduciendo los tiempos de registro y búsqueda de información utilizando un dispositivo móvil con acceso a internet.

## REFERENCIAS

[1] M. A. Villena Aguilar, “Sistema de gestión de seguridad de información para una institución financiera,” 2011.

[2] GERPRO, Estructuración y Gerencia de Proyectos Inmobiliarios. [En línea]. Disponible en: <https://gerpro.co/>

[3] Campero Mario, Alarcón Fernando, “Administración de proyectos civiles”, 2014, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

[4] Geniebelt. RECURSOS ENPROJECTMANAGEMENT. Guía para implementar un programa de gestión de obras. [En línea]. Disponible en: <https://www.rekursosenprojectmanagement.com/programa-gestion-de-obras/> (publicado: 20 –feb-2017).

[5] ISOTOOLS.ORG. Software de gestión de proyectos: características. [En línea]. Disponible en: <https://www.isotools.org/2018/03/04/software-gestion-proyectos-caracteristicas/>. (Publicado: 04-mar-2018).

[6] OBS. Como elegir tus herramientas informáticas para el Project Management. [En línea]. Disponible en: <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/herramientas/como-elegir-tus-herramientas-informaticas-para-el-project-management>.

[7] K. Restivo, «Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker». [En línea]. Disponible en: [http://www.idc.com/tracker/showproductinfo.jsp?prod\\_id=37](http://www.idc.com/tracker/showproductinfo.jsp?prod_id=37). [Publicado: 09-jul-2013]



- [8] A. Hanhineva, H. Hulkko, T. Ihme, J. Jäälinoja, M. Korkala, J. Koskela, P. Kyllönen, y O. Salo, «Mobile-D: an agile approach for mobile application development», en Companion to the 19th annual ACM SIGPLAN conference on Objectoriented programming systems, languages, and applications, 2004, pp. 174-175
- [9] P. Abrahamsson, «Keynote: Mobile software development—the business opportunity of today», Proceedings of the International Conference on Software Development, pp. 20-23, 2005
- [10] Agile Software Technologies Research Programme, 2006, Disponible en <http://agile.vtt.fi/mobiled.html>
- [11] Imagen«Electronics -AGILE - Agile Software Technologies», 21-nov-2012. [En línea]. Disponible en: <http://virtual.vtt.fi/virtual/agile/mobiled.html>. [Publicado: 30-abr-2013].
- [12] S. B. Kaleel y S. Harishankar, «Applying Agile Methodology in Mobile Software Engineering: Android Application Development and its Challenges», 2013.
- [13] Yohn Amaya, Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. Nov, 2013, p. 119-122.
- [14] Solis Carcaño, Rómel G., La supervisión de obra. Ingeniería. [En línea], Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/467/46780106/>. (Publicado: 08-04-2004).
- [15] Sparano Rada, Humberto., Impacto de las áreas de conocimiento de la administración de proyectos a través del PMBOK 2008 [En línea], Disponible en: "<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3797760>" (Publicado: 2011)
- [16] A. Marzal and I. Gracia, "Introducción a la programación con Python," Univ. Jaume I, 2003

- [17] Django Software Foundation and Individual Contributors 2005-2018.[En línea], Disponible en: <https://www.djangoproject.com/start/overview/>
- [18] The Django Book., [En línea], Disponible en: <https://djangobook.com/model-view-controller-design-pattern/>
- [19] Sanz Daniel, Saucedo Mariam, Torralbo Pilar. Introducción a Android,. Trabajo de grado., Universidad Complutense de Madrid., Pág. 1-3[En línea], Disponible en: <http://www.it-docs.net/ddata/18.pdf>
- [20] A. B. Vera, "Implementación de sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC," CAPIC Rev., no. 4, p. 3, 2006
- [21] F.R. Jacobs and D.C. Whybark, Why ERP? A primer on SAP implementation., McGraw-Hill Higher Education, 2000.
- [22] G. Norris, J. D. Balls, and K. M. Hartley, E-business and ERP: Transforming the Enterprise. John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- [23] Sosa Sosa, Victor J, Cinvestav-Tamaulipas., Middleware: arquitectura para aplicaciones distribuidas, [En línea], Disponible en:[http://www.tamps.cinvestav.mx/~vjsosa/clases/sd/Middleware\\_Recorrido.pdf](http://www.tamps.cinvestav.mx/~vjsosa/clases/sd/Middleware_Recorrido.pdf)
- [24]ProtocoloHttp.[Enlínea], Disponible en:<https://profesores.virtual.uniandes.edu.co/~isis3710/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=temas:http-guia.pdf>
- [25] Django, Documentation versión 2.0 [En línea], Disponible en: <https://docs.djangoproject.com/en/2.0/ref/csrf/>
- [26] BBVA, APIs para el internet de las cosas: thingspeak, pachube y fitbit, [En línea], Disponible en: <https://bbvaopen4u.com/es/actualidad/api-rest-que-es-y-cuales-son-sus-ventajas-en-el-desarrollo-de-proyectos>, (Publicado: 21-mar-2016).

[27]Standars Track, Bray, The javascript object notation (json) data interchange format,pag. 5-7 [En línea], Disponible en:

<https://buildbot.tools.ietf.org/pdf/rfc8259.pdf>. (Publicado: 17-dic-2017)

[28] Basecamp, Here´s how basecamp works, [En línea], Disponible en:

<https://basecamp.com/how-it-works>. (Publicado: 2014).

[29] Tekhne Ltda, Tecnología en arquitectura de Ingeniería, Software CIO para la construcción, [En línea], Disponible en: <http://www.tekhne.biz/>. (Publicado: 2016).

[30] Wrike, Leading work management solution to streamline workflow, [En línea], Disponible en: <https://www.wrike.com>. (Publicado: 2006-2018)

[31] Asana, [En línea], Disponible en: <https://asana.com>.